



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

**Indicadores productivos de pollos de carne según presencia de una
combinación fitobiótica y un emulsificante en la dieta**

TESIS

**Para optar el título profesional de
INGENIERA ZOOTECNISTA**

Autora

Bach. YPANAQUE PASACHE, VERONICA

Asesores

Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc.
(ORCID Id: 0000-0002-1526-8099)

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
(ORCID id: 0000-0002-0236-1593)

Lambayeque
PERÚ
07/08/2024

**Indicadores productivos de pollos de carne según presencia de una combinación
fitobiótica y un emulsificante en la dieta**

TESIS

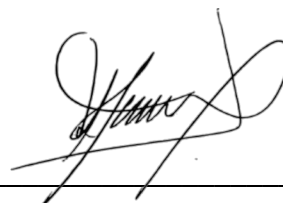
**Presentada para
optar el título profesional de**

INGENIERA ZOOTECNISTA

Autor: Ypanaque Pasache, Veronica

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

**Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M. Sc.
Presidente**



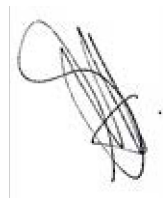
**Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. C.
Secretario**



**Ing. Uber Joel Plasencia Ruiz, M. Sc.
Vocal**



**Ing. Sergio Rafael B. Del Carpio Hernández, M. Sc.
Asesor**



**Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C.
Asesor**





00407

Acta de sustentación de la tesis de la bachiller Verónica Yponaque Pasache para optar el título profesional de Ingeniera Zootecnista.

En la ciudad de Lambayeque siendo las 9:00 am del día 7 de agosto de 2024 en la sala de sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Zootecnista de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Sallo de Lambayeque se reunieron los señores miembros de jurado de tesis designados con Resolución N° 180-2023-PII/D, de fecha 8 de noviembre de 2023: Ing. Róger el Antonio Guerrero Delgado, M.Sc. (Presidente); Ing. Napoleón Condes Rodríguez, Dr. (Secretario); Ing. Ulises Joel Plazencia Ruiz, M.Sc. (Vocal); Ing. Sergio Rafael Benavente Del Corral Hernández, M.Sc. (Asesor); Ing. Pedro Antonio Del Corral Ramos, Dr. (Asesor); por serbados por la bachiller Verónica Yponaque Pasache, habiéndose aprobado el indicado proyecto mediante Resolución N° 008-2024-virtual-FRE/D de fecha 24 de junio de 2024. Dicho jurado se encargó de reunir y dictaminar sobre el trabajo de tesis titulado: "Indicadores productivos de pollos de carne según presencia de una combinación fitoquímica y una multicomponente en la dieta".

Presentado y expuesto el trabajo de tesis, cuyo sustentación fue autorizada con Resolución N° 113-2024-virtual-FRE/D de fecha 26 de julio de 2024, formuladas las preguntas por los miembros de jurado, dadas las respuestas por la sustentante y las deliberaciones de los señores asesores, el jurado luego de deliberar acordó APROBAR el trabajo de tesis con el calificativo de Excelente debiendo consignarse en el informe final las sugerencias dadas por el jurado durante la sustentación.

Por lo tanto, la Señora bachiller Verónica Yponaque Pasache se encuentra apta para recibir el título profesional de Ingeniera Zootecnista de acuerdo a la normatividad vigente.

Ing. Sergio Rafael Benavente Del Corral Hernández, M.Sc.

Presidente

Ing. Napoleón Condes Rodríguez, Dr.

Secretario

Ing. Ulises Joel Plazencia Ruiz, M.Sc.

Vocal

Ing. Sergio Rafael Del Corral Hernández, M.Sc.

Asesor

Ing. Pedro Antonio Del Corral Ramos, Dr.

Asesor

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Nosotros, Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc., e Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., asesores de tesis de la bachiller Veronica Ypanaque Pasache.

Titulada “**Indicadores productivos de pollos de carne según presencia de una combinación fitobiótica y un emulsificante en la dieta**”, luego de la revisión exhaustiva del documento hemos constatado que tiene un índice de similitud de 19%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

Los suscritos ha analizado dicho reporte y han concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. Por lo que, a nuestro leal saber y entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

Lambayeque, junio de 2024.



M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández
DNI 16407252
Asesor



Dr. Pedro A. Del Carpio Ramos
DNI 16407252
Asesor



Bach. Veronica Ypanaque Pasache
DNI 74831301
Autora

Indicadores productivos de pollos de carne según presencia de una combinación fitobiótica y un emulsificante en la dieta

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	2%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	7%
	Fuente de Internet	
2	1library.co	4%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unprg.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unprg.edu.pe:8080	2%
	Fuente de Internet	
5	revistas.ucv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	28vp741fflb42av02837961y-wpengine.netdna-ssl.com	<1%
	Fuente de Internet	
7	link.springer.com	<1%
	Fuente de Internet	
8	"Curcumin and Neurodegenerative Diseases", Springer Science and Business Media LLC, 2023	<1%



M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández
Asesor



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

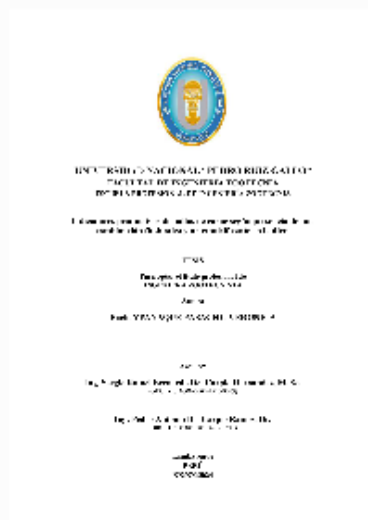


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Veronica Ypanaque
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Indicadores productivos de pollos de carne según presencia...
Nombre del archivo: Tesis_Vero_nica_Ypanaque.pdf
Tamaño del archivo: 1.03M
Total páginas: 65
Total de palabras: 17,863
Total de caracteres: 91,116
Fecha de entrega: 19-jun.-2024 08:39a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2405313864



Derechos de autor 2024 Turnitin. Todos los derechos reservados.

M. Sc. Sergio R. B. Del Carpio Hernández
Asesor

Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos
Asesor

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Ypanaqué Pasache, Verónica, investigador principal, y Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, asesores, del trabajo de investigación **Indicadores productivos de pollos de carne según presencia de una combinación fitobiótica y un emulsificante en la dieta**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso de que se demuestre lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, junio de 2024.



Ypanaque Pasache, Veronica



Del Carpio Hernández, Sergio R. B.



Del Carpio Ramos, Pedro Antonio

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, **JOSE EDUARDO YPANAQUE CORONADO** y **VIRGINIA PASACHE GARCIA**, quienes han velado por mí e inculcado valores y son mi gran motivación para seguir superándome en este trayecto de mi vida profesional.

A mis hermanos quienes me supieron comprender y me motivaron en cada momento.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas, naturales y jurídicas, que me brindaron su ayuda en la realización de la presente investigación.

A la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, por acogerme para desarrollarme profesionalmente y a mi facultad de Ingeniería Zootecnia por su dedicación y compromiso en formar a estudiantes como yo.

A los Ingenieros Zootecnistas, Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc., y Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., por su guía y orientación en la elaboración de este trabajo de investigación.

Asimismo, agradezco a todos mis amigos y compañeros que estuvieron conmigo en los momentos de estrés y alegría durante este largo y retador camino.

Indicadores productivos de pollos de carne según presencia de una combinación fitobiótica y un emulsificante en la dieta

Resumen

La Organización Mundial de la Salud (OMS) respaldó lo manifestado por diferentes instituciones con relación al incremento de la resistencia a los antibióticos en microrganismos humanos debido al empleo de antibióticos fármacos en los programas de alimentación animal; por tal motivo, en los países desarrollados se ha prohibido el empleo de antibióticos promotores del crecimiento (APC) y debe serlo en los países en vías de desarrollo; la industria de la producción animal y la ciencia animal han respondido buscando alternativas a los APC que protejan a los animales y eviten la pérdida de eficiencia productiva. Entre estas alternativas se encuentran los productos poseedores de sustancias bioactivas (acción fitobiótica) y los mejoradores de la digestión y absorción de nutrientes. La presente investigación tuvo como objetivo: obtener mejores indicadores del rendimiento en pollos de carne al emplear una combinación fitobiótica (cúrcuma y pimienta) con un emulsificante en la dieta. Cien pollos Cobb 500 de un día de edad, de ambos sexos, fueron distribuidos azarizadamente en cuatro tratamientos: T1, dieta control positivo (con APC); T2, dieta control negativo; T3, dieta con 0.1% de fitobióticos + 0.05 de un emulsificante comercial; T4, dieta con 0.1% de fitobióticos y 0.1% de emulsificante comercial. La combinación fitobiótica estuvo constituida de cúrcuma (*Curcuma longa*, 96%) y pimienta negra (*Piper nigrum*). Los resultados indicaron mayor eficiencia en la utilización del alimento y con mayor economía en el T3. Es recomendable el empleo de T3.

Palabras clave: Cúrcuma; Pimienta; Pollos de carne; Rendimiento.

Productive indicators of broiler chickens according to the presence of a phytobiotic combination and an emulsifier in the diet

Abstract

World Health Organization (WHO) supported what was stated by different institutions regarding the increase in resistance to antibiotics in human microorganisms due to the use of antibiotic drugs in animal feeding programs; For this reason, the use of growth promoter antibiotic (GPA) has been prohibited in developed countries and should be prohibited in developing countries; The animal production industry and animal science have responded by seeking alternatives to APCs that protect animals and avoid the loss of productive efficiency. Among these alternatives are products containing bioactive substances (phytobiotic action) and improvers of nutrient digestion and absorption. The objective of this research was: to obtain better performance indicators in broiler chickens by using a phytobiotic combination (turmeric and black pepper) with an emulsifier in the diet. One hundred one-day-old Cobb 500 chickens, of both sexes, were randomly distributed into four treatments: T1, positive control diet (with APC); T2, negative control diet; T3, diet with 0.1% phytobiotics + 0.05 of a commercial emulsifier; T4, diet with 0.1% phytobiotics and 0.1% commercial emulsifier. The phytobiotic combination consisted of turmeric (*Curcuma longa*, 96%) and black pepper (*Piper nigrum*). The results indicated greater efficiency in the use of feed and greater economy in T3. The use of T3 is recommended.

Keywords: Turmeric; Black pepper; Broiler chickens; Growth performance.

ÍNDICE

N° Cap.	Título del Capítulo	N° Pág.
	Resumen/ Abstract	x
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	
	1.1. Tipo y Diseño de Investigación	04
	1.2. Lugar y Duración de la Investigación	04
	1.3. Tratamientos Evaluados	04
	1.4. Animales Experimentales	05
	1.5. Alimento Experimental	05
	1.6. Instalaciones y Equipo	06
	1.7. Técnicas Experimentales	06
	1.8. Variables Evaluadas	07
	1.9. Evaluación de la Información	07
II	MARCO TEÓRICO	
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	09
	2.1.1. Respuesta productiva de pollos de carne a la cúrcuma	09
	2.1.2. Respuesta productiva de pollos de carne a la pimienta	15
	2.1.3. Respuesta productiva de pollos de carne a la Combinación fitobiótica	18
	2.1.4. Respuesta productiva de pollos de carne a los emulsificadores	20
	2.2. Bases Teóricas	22
	2.2.1. Respecto a la cúrcuma	23
	2.2.2. Respecto a la pimienta negra	25
	2.2.3. Respecto al emulsificante	26
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
	3.1. Consumo de Alimento	28
	3.2. Peso Corporal y Cambios en el Peso	31
	3.3. Conversión Alimenticia (CA)	36
	3.4. Mérito Económico	40
IV	CONCLUSIONES	43
V	RECOMENDACIONES	44
	BIBLIOGRAFÍA	45
	ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Título	Pág. N°
1	<i>Composición (%) de la ración del testigo negativo para pollos de carne</i>	05
2	<i>Esquema del análisis de la varianza del diseño irrestrictamente al azar</i>	08
3	<i>Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron una combinación fitobiótica asociada con un emulsificante comercial en el alimento reemplazando al APC</i>	28
4	<i>Estadígrafos descriptivos del peso inicial (g) de los pollos según tratamientos</i>	31
5	<i>Estadígrafos descriptivos del peso finalizado el período de Inicio (g) de los pollos según tratamientos</i>	31
6	<i>Estadígrafos descriptivos del peso finalizado el período de Crecimiento (g) de los pollos según tratamientos</i>	32
7	<i>Estadígrafos descriptivos del incremento de peso en el período de Inicio (g) de los pollos según tratamientos</i>	33
8	<i>Estadígrafos descriptivos del incremento de peso en el período de Crecimiento (g) de los pollos según tratamientos</i>	33
9	<i>Estadígrafos descriptivos del incremento de peso acumulado (g) de los pollos según tratamientos</i>	33
10	<i>Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron una combinación fitobiótica y un emulsificante comercial en el alimento reemplazando al APC</i>	36
11	<i>Mérito económico de pollos de carne que recibieron una mezcla fitobiótica en combinación con un emulsificante reemplazando al APC</i>	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Comparativo porcentual entre períodos dentro de tratamientos para consumo de alimento</i>	30
2	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos, dentro de períodos, para incremento de peso</i>	34
3	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia según períodos</i>	37
4	<i>Eficiencia alimenticia (%) dentro de tratamientos según períodos</i>	37
5	<i>Comparativo porcentual entre tratamietos para mérito económico por período y acumulado</i>	41

ANEXOS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Prueba de varianzas homogéneas con los cambios de peso en el Inicio</i>	51
2	<i>Análisis de la varianza con los cambios de peso en el Inicio</i>	51
3	<i>Prueba de varianzas homogéneas con los cambios de peso en el Crecimiento</i>	51
4	<i>Análisis de la varianza con los cambios de peso en el Crecimiento</i>	52
5	<i>Prueba de varianzas homogéneas con los cambios de peso Acumulados</i>	52
6	<i>Análisis de la varianza con los cambios de peso Acumulados</i>	52

INTRODUCCIÓN

Una serie de estrategias se vienen implementando para determinar sus efectos sobre los indicadores productivos de pollos de carne a los que se les ha suprimido el antibiótico promotor del crecimiento (APC).

Con los APC se logró rendimientos impresionantes en los pollos de carne; sin embargo, en los países desarrollados se ha prohibido su empleo en la alimentación animal debido a la vinculación, que se asume, tienen con el incremento de la resistencia a los antibióticos en las bacterias que causan enfermedades en las personas; en los países en vías de desarrollo, tarde o temprano, se implementarán las mismas prohibiciones, conforme los consumidores exijan, cada vez más, alimentos que no atenten en contra de su salud.

Diferentes principios contenidos en especies vegetales han manifestado acciones interesantes como para poder reemplazar a los APC; sin embargo, aún no se puede determinar una estrategia cuya respuesta sea equivalente y sostenida. En determinadas ocasiones funcionan y en otras no. Por este motivo, se investigan acciones conjuntas de diferentes productos o suplementos, buscando la sinergia que permita la acción benéfica sobre el rendimiento animal.

Se ha llegado a asumir que la acción principal de las estrategias de reemplazo se dan a nivel del tracto gastrointestinal, principalmente intestino delgado y ciegos; no obstante, algunos principios se absorben y pueden ejercer acción sobre el metabolismo productivo de los pollos de carne. Así, dado que las dietas empleadas son de elevada concentración de nutrientes (energía, proteína, vitaminas, etc.), una combinación que pueda permitir mejores digestión y absorción, y que algunos principios puedan trabajar a nivel metabólico podría constituirse en una estrategia trascendente en la alimentación del pollo de carne sin APC.

Los resultados de diferentes investigaciones están mostrando que la combinación de cúrcuma (*Curcuma longa*) y pimienta (*Pipper nigrum*) pueden trabajar a nivel de digestión y metabolismo del pollo de carne, por lo que su combinación con un emulsificante comercial podría incrementar la absorción y, como resultado de una positiva acción conjunta (sinergia), elevar la eficiencia de utilización de los alimentos.

Por lo expuesto se planteó el siguiente **problema de investigación**: ¿podrán mejorarse los indicadores del rendimiento de pollos de carne al emplear una combinación fitobiótica de cúrcuma y pimienta negra con un emulsificante en la dieta?

Se planteó la siguiente **hipótesis**: El empleo de una combinación fitobiótica (cúrcuma y pimienta negra) con un emulsificante en la dieta permitirá obtener mejores indicadores del rendimiento en pollos de carne.

Se consideraron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Obtener mejores indicadores del rendimiento en pollos de carne al emplear una combinación fitobiótica (cúrcuma y pimienta) con un emulsificante en la dieta.

Objetivos específicos

1. Evaluar el consumo de alimento.
2. Evaluar el peso corporal y los incrementos de peso.
3. Evaluar la eficiencia de utilización del alimento.
4. Evaluar el mérito económico del alimento.

La presente investigación se justificó por que estuvo dirigida a cooperar en el cierre de una brecha del conocimiento relacionada con la acción conjunta de principios alimenticios, relativamente poco empleados, en los pollos de carne tendientes a mejorar los indicadores productivos sin emplear antibióticos promotores del crecimiento (APC).

El empleo de los APC en la alimentación animal, con especial énfasis en los pollos de carne cuyo consumo es casi diario en las familias peruanas, ha sido vinculado con el desarrollo de resistencia a los antibióticos en las personas. La antibiótico resistencia puede ser de orden vital en las personas ya que las terapias no funcionan y se eleva la tasa de mortalidad.

No obstante, tiene que darse una alternativa para la avicultura productiva para controlar agentes patógenos y procesos de autooxidación e inflamación, que permita mantener los elevados y eficientes indicadores productivos que se han obtenido con los modernos pollos de carne. Por otro lado, el pollo de carne no puede dejar de producirse, debido a que su carne es de elevado valor nutricional y porque económicamente es el alimento más asequible, por lo que es un componente indispensable de la canasta familiar.

Los fitobióticos, como la cúrcuma y la pimienta negra, no solo se comportan como antimicrobianos sino que, además, permiten otras acciones benéficas en el pollo de carne que se vinculan con la cantidad de grasa y la aceptación (sabor, principalmente) de la carne.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación realizada implicó el control de una variable (presencia de la combinación de cúrcuma con pimienta negra y de un emulsificante) en tanto se mantuvieron constantes (equilibradas) el resto de variables que influyen sobre el comportamiento productivo de los pollos, situación que es definida como experimento; en consecuencia, se trató de una **investigación experimental**.

Definida así la investigación se determinó el efecto sobre los indicadores productivos en vivo (consumo de alimento, peso y cambios en el peso, conversión alimenticia y mérito económico) a lo largo del período experimental (edades de los pollos) por lo que se consideró como una investigación **longitudinal**; buscándose una solución a un problema (reemplazo del APC en la dieta de los pollos, por su vinculación a la resistencia a los antibióticos en las personas), por lo que se considera como investigación **propositiva**.

Diferentes autores pueden ser consultados (Muñoz, 2011; Hernández et al., 2010; Maletta, 2015).

1.2. Lugar y Duración de la Investigación

Se realizó en una crianza familiar – comercial de la ciudad de Lambayeque, ubicada en el Pueblo Joven San Martín de Porres, al oeste de la ciudad de Lambayeque.

La fase de campo tuvo una duración de seis semanas experimentales, con pollos de carne de un día de edad hasta que cumplieron los 42 días.

1.3. Tratamientos Evaluados

T₁: Testigo positivo, con APC y sin la combinación fitobiótica ni emulsificante.

T₂: Testigo negativo, sin APC y sin la combinación fitobiótica ni emulsificante.

T₃: Con 0.10% de la combinación fitobiótica y 0.05% del emulsificante, sin APC.

T₄: Con 0.10% de la combinación fitobiótica y 0.10% del emulsificante, sin APC.

1.4. Animales Experimentales

Se emplearon cien pollitos Cobb 500 de un día de edad, de ambos sexos; provenientes de una planta incubadora de la ciudad de Trujillo. Los pollos llegaron en aparentes buenas condiciones corporales y de salud.

1.5. Alimento Experimental

Se prepararon dos tipos de raciones, según la edad (Inicio y Crecimiento); la ración de inicio para cada uno de los tratamientos cubrió 3.0 Mcal de Energía Metabolizable (EM) y 21% de proteína cruda (PC); en tanto que, las de crecimiento aportaron 3.2 Mcal de EM y 19% de PC. La composición porcentual de ambas raciones se presenta en la Tabla 1, las que se prepararán con insumos de disponibilidad local.

Tabla 1.

Composición (%) de la ración del testigo positivo para pollos de carne

Insumos	Inicio	Crecimiento
Maíz amarillo, grano molido	59.00	61.00
Afrecho de trigo	01.00	01.00
Torta de soja	31.04	32.00
Harina de pescado	03.00	-----
Aceite de soja	02.00	03.00
Carbonato de calcio	01.83	01.57
Fosfato di-cálcico	01.15	00.61
Pre-mezcla vitamínico-mineral	00.10	00.10
Bio Mos	00.10	00.10
Cloruro de colina	00.10	00.10
Bicarbonato de sodio	00.05	00.05
DL-Metionina	00.19	00.05
Sal común	00.18	00.16
Coccidiostato	00.05	00.05
Mold Zapp	00.05	00.05
Allzyme SSF	00.06	00.06
Zinc-Bacitracina	00.10	00.10
TOTAL	100.00	100.00
Aporte estimado de*:		
Proteína cruda	21.04	19.40
Energía Metabolizable, Mcal/ kilo	03.10	03.20

* Según McDowell *et al.* (1974)

La combinación fitobiótica estuvo constituida por 96% de cúrcuma deshidratada y molida y 4% de pimienta negra molida. Estas especias se adquirieron en un proveedor del mercado mayorista de la ciudad de Chiclayo.

El producto comercial emulsificante evaluado tiene la denominación de Emultec[®], distribuido en el Perú por PHARTEC SAC; descrito como una mezcla de fosfolípidos modificados (fosfatidil colina, liso fosfatidil colina y polietilen glicol ricinoleato).

1.6. Instalaciones y Equipo

- Corrales, hechos con madera, manta arpillera y con cama de cascarilla de arroz.
- Comederos de bandeja y tolva y bebederos de sifón.
- Balanza tipo reloj.
- Balanza electrónica, con una precisión de 0.1 g.
- Cintas de plástico y plumón de tinta indeleble.
- Planillas de registros para pesos corporales, suministro y residuo de alimento.
- Además del equipo típico de una granja avícola.

1.7. Técnicas Experimentales

Los pollos se asignaron de forma completamente aleatoria a los tratamientos. Cada pollito se identificó con una banda plástica numerada, sujeta al tarso y se procedió a tomar el peso inicial y luego se pesaron cada 14 días, hasta completar los 42 días de edad.

Las raciones se prepararon en el piso, con ayuda de una palana, empleando insumos de disponibilidad local, adquiridos de un proveedor de la ciudad de Chiclayo. La combinación fitobiótica y el producto emulsificante se incorporaron en la ración en reemplazo de la misma proporción de maíz; debido a que se empleó una proporción muy pequeña no se afectó el balance energético – proteico del alimento. La combinación de los insumos se hizo en forma progresiva, primero los insumos que estuvieron en menor proporción en la fórmula y progresivamente se fueron incorporando los insumos mayores, el tiempo efectivo de mezclado fue de 30 minutos, para garantizar la homogeneidad de la distribución de los insumos.

El alimento se suministró en cantidades suficientes para garantizar consumo *ad libitum*; la cantidad consumida se determinó por diferencia entre las cantidades ofrecidas y las residuales.

Se cuidó el estado sanitario de la crianza mediante la aplicación de vacunación contra Gumboro y New Castle – Bronquitis. Se evitó el ingreso de personas ajenas al ensayo. Se evitó la presencia de roedores y moscas. Se cuidó las condiciones de la cama, cada vez que se humedeció se procedió a cambiarla. Se dispuso de desinfectante para el calzado.

La información generada se registró en libreta de campo y se vació a un ordenador electrónico, en hoja de cálculo, hasta su posterior análisis.

1.8. Variables Evaluadas

Con la información que se generó se evaluaron las siguientes indicadores productivos:

- Consumo de alimento (diferencia de peso en alimento suministrado y residual, g/ pollo);
- Incremento de peso vivo (diferencia de pesadas, g/ pollo);
- Conversión alimenticia (g de peso vivo incrementado/ g de alimento consumido), la eficiencia se obtuvo dividiendo en forma inversa; es decir, g de peso incrementado/ g de alimento consumido y el resultado se multiplicó por 100;
- Mérito económico (dinero invertido en alimento/ peso vivo incrementado).

1.9. Evaluación de la Información

Estadísticamente las hipótesis se plantearon de la siguiente manera:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1: \text{AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO}$$

Estas hipótesis se contrastaron mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA), el que se describe con el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

En el que: Y_{ij} , es la variable por evaluar; μ , es el verdadero efecto medio; τ_i , es el verdadero efecto del i-ésimo tratamiento; ξ_{ij} , es el verdadero efecto de la j-ésima unidad experimental sujeta a los efectos del i-ésimo tratamiento (error); una descripción más detallada se da por Ostle (1979).

Se toleró una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (Ostle, 1979; Scheffler, 1981).

El análisis estadístico implicó lo siguiente:

- Determinación de la homogeneidad de varianzas;
- Análisis de la varianza (Tabla 2).

Tabla 2.

Esquema del análisis de la varianza del diseño irrestrictamente al azar

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Media	M_{yy}	1	M	
Tratamientos	T_{yy}	$t - 1 = 3$	T	T/ E
Residual	E_{yy}	$t(r-1) = 96$	E	
TOTAL	$\sum Y^2$	$tr = 100$		

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

2.1.1. Respuesta productiva de pollos de carne a la cúrcuma

Al-Muhammadawi y Jassim Hammoudi (2022) evaluaron el efecto de adicionar diferentes proporciones de cúrcuma terapéutica sobre aspectos productivos de pollos de carne, para lo que implementaron siete grupos de tratamientos: T1, control; T2, 0.3%; T3, 0.6%; T4, 0.9%; T5, 1.2%; T6, 1.5%; T7, 1.8% de cúrcuma terapéutica en polvo. A la sexta semana, respectivamente para el orden mencionado de tratamientos, se obtuvo los siguientes resultados: 2499.97, 2540.10, 2582.50, 2637.53, 2570.63, 2551.20 y 2569.87 g de peso corporal/ pollo ($P<0.05$); 2457.73, 2499.62, 2542.02, 2597.05, 2530.15, 2510.72 y 2529.30 g de peso incrementado/ pollo; 3846.53, 3838.07, 3784.50, 3952.00, 3860.87, 3827.93 y 3909.20 g de alimento consumido acumulado/ pollo; 1.56, 1.53, 1.48, 1.52, 1.52, 1.52 y 1.54 de conversión alimenticia. Los resultados obtenidos por estos investigadores mostraron la conveniencia del empleo de cúrcuma en la alimentación de pollos de carne y se asumió que la buena respuesta se debió a las propiedades antioxidantes, antibacterianas, antiinflamatorias, etc., reportadas para los principios contenidos en la cúrcuma.

Febrianta et al. (2022) investigaron el efecto de la cúrcuma micro encapsulada por maltodextrina, como material matriz amorfo, sobre el estado de salud de pollos de carne. Se implementaron cuatro tratamientos: TM0, 0 g de cúrcuma/ kg de dieta basal; TM1, 1 g de cúrcuma/ kg de dieta basal; TM2, 2 g de cúrcuma/ kg de dieta basal, y TM3, 3 g de cúrcuma/ kg de dieta basal. Respectivamente para los tratamientos en el orden indicado y hasta los 35 días de edad de los pollos, se obtuvo: 2265, 2360, 2362 y 2383 g de alimento consumido/ pollos ($P=0.006$); 1374, 1464, 1512 y 1576 g de peso/ pollo ($P=0.002$); 1.64, 1.61, 1.56 y 1.51 de conversión alimenticia ($P=0.003$). Los resultados les indicaron a los

investigadores que la adición dietética de cúrcuma micro encapsulada en maltodextrina incrementaría la absorción de nutrientes con más eficiente utilización del alimento consumido para incrementar peso corporal.

Microorganismos efectivos, cúrcuma y su combinación fueron estudiados por Kinati et al. (2022) para determinar su efecto sobre el rendimiento productivo de pollos de carne. Se implementaron cuatro grupos de tratamientos: CTL, control; EM= CTL + 1.0 ml de microorganismos efectivos/ litro de agua; TR= CTL + 1% de cúrcuma en polvo (TP); EM-TP= CTL + 0.5 ml EM/ litro + 0.5% TP. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, con pollos de 42 días de edad, se obtuvo: 3841, 4524.1, 3751.2 y 4184.1 g de alimento consumido acumulado/ pollo; 1753.40, 1972.10, 1687.60 y 2001.10 g de peso corporal final/ pollo; 2.60, 2.36, 2.39 y 2.31 de conversión alimenticia. La combinación de microorganismos efectivos (*Lactobacillus*, *Pedococcus*, levadura de cerveza, etc.) con la cúrcuma en polvo fue el tratamiento que dio mejores resultados debido, probablemente, a la sinergia entre los dos insumos.

Ogbuewu y Mbajorgu (2022) realizaron un meta análisis en el que se consideró el efecto de la suplementación de cúrcuma sobre la mejora de la productividad de los pollos de carne (consumo de alimento, conversión alimenticia -CA- y el incremento de peso corporal -IP). Con este propósito, se determinó que la información de 31 artículos de investigación cumplió con los criterios de selección para el meta análisis, y se agruparon mediante un modelo de efectos aleatorios y se expresaron como log natural de la relación de respuesta (lnR) al 95% de intervalo de confianza (IC) para cada investigación. Los resultados les indicaron que los pollos de carne alimentados con raciones con cúrcuma mejoraron la CA y el IP en comparación con los controles. El consumo de los pollos que recibieron de 5 a 10 g de cúrcuma/ kg fue menor y mostraron más eficiente CA (lnR= - 0.06 g/ pollo) en comparación con los controles. Con la meta

regresión se determinó que la línea de los pollos y la duración de la suplementación influyeron en los resultados de meta análisis. Los investigadores (Ogbuewu y Mbajiorgu) concluyeron que la suplementación con cúrcuma aumentaba el rendimiento del crecimiento de los pollos de carne y podría utilizarse para mejorar el rendimiento en la industria avícola.

Shawky et al. (2022) estudiaron como la cúrcuma en polvo puede afectar el rendimiento del crecimiento e inmunidad de pollos de carne de la línea Cobb, para lo que implementaron dos tratamientos: T1, dieta control, y T2, dieta con 5 g de cúrcuma/ kg. El ensayo finalizó cuando los pollos alcanzaron los 35 días de edad. Respectivamente para ambos se obtuvo 2054.8 y 2216.1 g de peso final ($P<0.05$); 1824.59 y 1915.30 g de peso incrementado ($P<0.05$), y 2.44 y 2.24 de conversión alimenticia ($P<0.05$). Los pollos que recibieron cúrcuma mostraron significativos mayores niveles de hormona del crecimiento que respaldaron a los mayores valores de los indicadores productivos. Los autores recomendaron la utilización de la cúrcuma en la alimentación de los pollos de carne.

Sugiharto y Yudiarti (2022) investigaron el impacto de la cúrcuma acidificada sobre el crecimiento, perfil sanguíneo y conteo bacteriano intestinal de pollos de carne mantenidos en condiciones estresantes de hacinamiento. Con pollos con edades entre los 14 y 37 días, se evaluaron los siguientes tratamientos: T0, 9 pollos/ m² y una dieta basal (control); T1, 16 pollos/ m² y dieta basal; T2, 16 pollos/ m² y 1% de cúrcuma en la dieta; y T3, 16 pollos/ m² y 1% de cúrcuma acidificada en polvo en la dieta. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo: 1826, 1561, 1549 y 1575 g de peso corporal final ($P<0.01$); 1448, 1190, 1188 y 1206 g de incremento de peso corporal ($P<0.01$); 2639, 2629, 2648 y 2638 g de ingestión acumulada de alimento; y 1.82, 2.21, 2.23 y 2.19 de conversión alimenticia ($P<0.01$). Los investigadores indicaron que la

naturaleza y dosis y las condiciones ambientales durante todo el ensayo (temperatura, humedad, cama, amoniaco, etc.) tienen un papel en la determinación de la eficiencia del aditivo para aliviar el retraso del crecimiento debido a una alta densidad de población y que, es posible que la dosis empleada fuese muy pequeña para no contrarrestar el efecto de todos los factores en el retraso del crecimiento.

Sunmola et al. (2022) realizaron un ensayo de alimentación con pollos hasta los 28 días de edad con la finalidad de evaluar el efecto de la cúrcuma deshidratada al sol sobre el rendimiento. Se implementaron cuatro tratamientos: T1, control, sin cúrcuma deshidratada al sol; T2, T3 y T4 con 0.20, 0.25 y 0.30% de cúrcuma en polvo, deshidratada al sol. Se obtuvo: 817.88, 799.61, 813.41 y 836.46 g de peso corporal/ pollo; 27.82, 27.17, 27.66 y 28.48 g de ganancia diaria promedio de peso/ pollo; 46.08, 46.20, 45.60 y 46.35 g de ingestión diaria promedio de alimento/ pollo; 1.69, 1.70, 1.66 y 1.63 de conversión alimenticia. Aunque sin significación estadística se notó que con la mayor proporción de cúrcuma se obtuvo mayor eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso.

Ajaz et al. (2023) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar los efectos de las proporciones graduales de cúrcuma, en forma cruda y cocida, sobre el rendimiento del crecimiento de pollos de carne. Para los grupos experimentales control, cúrcuma cruda (baja, media y alta) y cúrcuma cocida (baja, media y alta), respectivamente se obtuvo valores de conversión alimenticia de 2.2, 1.8, 1.7, 1.6, 1.9, 1.8 y 1.7; rendimientos de carcasa de 72, 75, 76, 78, 74, 76 y 77%. Los resultados mostraron que los pollos que recibieron cualquiera de las dos formas de cúrcuma fueron más productivos que el control y que la cúrcuma puede considerarse en la alimentación de pollos con buenos resultados.

Al-Sanjary et al. (2023) estudiaron el efecto de la adición de cúrcuma en polvo y vitamina C sobre algunos aspectos fisiológicos y productivos de pollos de carne. Se

implementaron cuatro tratamientos: T1, control; T2, adición de cúrcuma en polvo en la proporción de 0.05%; T3, adición de vitamina C en la tasa de 300 mg/ kg; y T4, adición de cúrcuma en polvo en la tasa de 0.05% y vitamina C en la tasa de 300 mg/ kg. A las seis semanas de edad, respectivamente para los tratamientos del 1 al 4 se obtuvo: 2809.44, 2984.96, 2839.78 y 2941.04 g de corporal/ pollo ($P<0.05$); 2763.90, 2903.41, 2749.37 y 2895.61 g de peso incrementado/ pollo ($P<0.05$); 4486.82, 4431.31, 4450.53 y 4408.73 g de alimento consumido acumulado/ pollo; 1.63, 1.53, 1.59 y 1.52 de conversión alimenticia ($P<0.05$). Los autores mencionaron que las mejoras en las características del crecimiento y la utilización de los alimentos se debe a las propiedades de los fitoquímicos de la cúrcuma (antimicrobianas, antioxidantes, antifúngicas, etc.), además de promover la secreción de enzimas digestivos.

Baquer et al. (2023) evaluaron el extracto acuoso de cúrcuma en un ensayo con pollos de carne durante cinco semanas, se implementaron cuatro tratamientos: T1, control; T2, extracto acuoso de cúrcuma, 10 ml/ litro de agua; T3, 20 ml/ litro de agua; T4, 30 ml/ litro de agua. Respectivamente, en el orden mencionado de tratamientos, se obtuvo: 2069.17, 2116.67, 2150 y 2263.67 g de peso/ pollo ($P<0.05$) a la quinta semana de edad; 3212.8, 3269.92, 3199.19 y 3270.62 g de alimento consumido/ pollo; 1.91, 1.81, 1.80 y 1.73 de conversión alimenticia acumulada; 2031.32, 2078.32, 2110.66 y 2225.55 g de peso total incrementado/ pollo ($P<0.05$). La investigación corroboró que los indicadores del rendimiento fueron afectados positivamente por el extracto acuoso de cúrcuma.

Bondar et al. (2023) realizaron un estudio con la finalidad de evaluar el efecto de la inclusión de cúrcuma en la dieta sobre la estructura duodenal de pollos de carne durante los primeros 42 días de vida. Se evaluaron cuatro tratamientos (control, 5, 10 y 20 g de cúrcuma en polvo por kg de alimento). Los resultados mostraron que la adición de la

especia al alimento ocasionó un incremento en la altura de las vellosidades intestinales y una disminución en la profundidad de las criptas en los tratamientos con 5 y 10 g de cúrcuma; en tanto que la relación altura: profundidad no difirió significativamente del tratamiento control. Así mismo, se determinó que influenció en la estructura histológica del duodeno, así como en la presencia de IL-6 y $TNF\alpha$, lo que se evidenció mediante tinción. Aunque las diferencias no fueron significativas, se evidenció que la suplementación de 0.5 y 1% de cúrcuma en polvo mejoró el incremento de peso.

Kichu et al. (2023) implementaron un ensayo con cuatro tratamientos (0, 0.4, 0.6 y 0.8 g de cúrcuma en polvo/ kg de alimento). Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo: 2446.92, 2492.54, 2510.52 y 2493.72 g de peso final/ pollo ($P>0.05$); 302.60, 332.06, 390.12 y 337.46 g de incremento de peso a la cuarta semana ($P<0.05$); 481.65, 519.30, 469.58 y 474.70 g de incremento de peso a la quinta semana ($P<0.05$); 612.68, 621.66, 621.34 y 660.82 g de incremento de peso a la sexta semana ($P>0.05$); 3864.58, 3823.63, 3876.68 y 3877.2 g de alimento total consumido/ pollo; 2.10, 1.79, 1.64 y 1.92 de conversión alimenticia a la cuarta semana; 2.00, 1.82, 1.95 y 2.03 de conversión alimenticia a la quinta semana; 2.26, 1.96, 1.87 y 1.83 de conversión alimenticia a la sexta semana ($P<0.05$). Los autores, basándose en sus resultados, recomendaron la suplementación de cúrcuma en polvo en la cantidad de 0.6 g/ kg de alimento.

Tingare et al. (2023) evaluaron el efecto de la cúrcuma en polvo, como aditivo alimenticio natural, sobre el rendimiento del crecimiento de pollos de carne; implementaron cuatro tratamientos: T0, control; T1, T2 y T3 con 0.1, 0.2 y 0.3% de cúrcuma en polvo en el alimento, con pollos de carne hasta la sexta semana de edad; obtuvieron, respectivamente para los tratamientos mencionados, los siguientes resultados: 2385.28, 2424.51, 2464.23 y 2504.62 g de incremento de peso/ pollo

($P<0.05$); 4431.95, 4387.45, 4345.78 y 4292.86 g de alimento ingerido acumulado/ pollo ($P<0.05$); 1.85, 1.80, 1.76 y 1.71 de conversión alimenticia ($P<0.05$). Los investigadores concluyeron mencionando que 0.3% de cúrcuma en polvo puede utilizarse con seguridad en la dieta para lograr mejores indicadores productivos.

Ji et al. (2024) investigaron el efecto de extractos de madreselva (*Lonicerae flos*) + cúrcuma (LTE), adicionados a la dieta, sobre el rendimiento del crecimiento y salud intestinal de pollos de carne. Implementaron tres tratamientos dietéticos: CON, dieta basal + 0 g de LTE/ tonelada; LTE300, dieta basal + 300 g de LTE/ tonelada; y LTE500, dieta basal + 500 g de LTE/ tonelada. Los resultados mostraron que la suplementación dietética de LTE incrementó ($P<0.05$) linealmente la ganancia diaria de peso promedio (días 21 a 38) y la ingestión promedio de alimento (días 21 a 60). Los investigadores concluyeron que la suplementación dietética con extractos de madreselva y cúrcuma mejoró el crecimiento y la salud intestinal de los pollos al mejorar la capacidad antioxidante y la función inmune, mejorando la morfología intestinal y la función de barrera.

2.1.2. Respuesta productiva de pollos de carne a la pimienta

Awais et al. (2022) evaluaron el impacto de la suplementación de varias proporciones de pimienta sobre el rendimiento del crecimiento, características de la carcasa y respuesta inmune de pollos comerciales (1 a 35 días de edad). Se formaron cuatro grupos de tratamientos (A, B, C, D) con 0, 1, 1.25 y 1.5%, respectivamente. Obtuvieron los siguientes resultados: 1457.96, 1576.30, 1565.30 y 1472.50 g de peso final/ pollo ($P<0.05$); 1411.40, 1506.71, 1460.21 y 1459.86 g de peso corporal incrementado/ pollo ($P<0.05$); 2620.85, 2445.39, 2516.63 y 2522.99 g de alimento consumido/ pollo ($P<0.05$); 1.85, 1.60, 1.64 y 1.71 de conversión alimenticia ($P<0.05$).

Los resultados obtenidos concordaron con los de diversos investigadores que reportaron que con 1% de pimienta se mejoraron significativamente los indicadores productivos.

Akande y Oyebanji (2023) realizaron un ensayo de alimentación de siete semanas con pollos Cobb 500 de un día de edad, con la finalidad de evaluar el efecto de la inclusión en la dieta de pimienta negra africana (*Piper guineense*) sobre el rendimiento del crecimiento. Se conformaron cuatro tratamientos; T1, control; T2, T3 y T4, dietas suplementadas con 0.40, 0.80 y 1.20% de *Piper guineense*, respectivamente. En ese orden de tratamientos obtuvieron 1868.7, 1942.67, 2025.17 y 1918.33 g de peso final/ pollo; 37.13, 38.67, 40.38 y 38.17 g de incremento diario de peso/ pollo; 67.10, 64.45, 59.56 y 61.03 g diarios de alimento consumido/ pollo; 55.34, 60.17, 68.10 y 63.40% de eficiencia alimenticia ($P<0.04$). Las diferencias en los resultados de las tres primeras variables no fueron estadísticamente significativas, pero las diferencias entre tratamientos para la eficiencia alimenticia si lo fue. Los autores recomendaron el empleo de 0.80% de pimienta en la dieta de pollos de carne.

Dozo et al. (2023) realizaron una investigación con la finalidad de determinar el efecto de diferentes proporciones de pimienta en polvo sobre el rendimiento en términos de crecimiento, ingestión de alimento, características de la carcasa, entre otras variables. Se utilizaron cuatro tratamientos: T1, control, dietas estándar; T2, T3 y T4, dietas estándar suplementadas con 7.5, 10.0 y 12.5 g de pimienta en polvo/ kg de alimento, respectivamente. En ese mismo orden de tratamientos, los resultados fueron de: 2647, 2521, 2596 y 2537 g de peso final/ pollo; 2601, 2474, 2551 y 2492 g de incremento total de peso/ pollo; 4210, 4124, 4132 y 4099 g de alimento total consumido/ pollo; 1.619, 1.667, 1.620 y 1.645 de conversión alimenticia. Los investigadores no encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos, pero tampoco se observó efecto negativo sobre la salud de los pollos.

Effiong et al. (2023) diseñaron un ensayo para evaluar el rendimiento del crecimiento de pollos de carne alimentados con dietas suplementadas con harina de hojas (PLM) y harina de semillas de pimienta (PSM) en pollos de 28 días de edad y controlados por 28 días experimentales. Se formularon siete dietas (tratamientos): control y con 0.2, 0.4 y 0.6 de PLM y PSM, respectivamente. Así, para las dietas control, 0.2%PLM, 0.4%PLM, 0.6%PLM, 0.2%PSM, 0.4%PSM y 0.6%PSM se obtuvo, respectivamente, 2368.79, 2554.92, 2463.77, 2516.25, 2605.94, 2592.02 y 2815.86 g de peso final/ pollo ($P<0.05$); 1572.12, 1769.06, 1667.01, 1722.28, 1810.34, 1795.40 y 2019.2 g de incremento total de peso/ pollo ($P<0.05$); 2.47, 2.11, 2.06, 2.04, 1.98, 1.92 y 1.82 de conversión alimenticia ($P<0.05$). Los investigadores manifestaron que la mejora en la conversión alimenticia con PSM y PLM permite asumir la presencia de sustancias que promueven la mejora en la utilización del alimento; así mismo, indicaron que se ha observado que los enzimas proteolíticos que se encuentran en las especias mejoran la digestión proteica del alimento y que PSM y PLM podrían servir como potenciadores de la lipasa pancreática y se promueve la actividad de la lipasa intestinal y otros enzimas.

Pirgozliev et al. (2023) investigaron el efecto de pimienta y xilanasa exógena, solas o en combinación, sobre el rendimiento del crecimiento, energía dietética, digestibilidad de nutrientes y perfil lipídico sanguíneo en pollos de carne, machos, ROSS 308, entre los siete y veintiún días de edad. Los grupos de tratamientos fueron: T1, control (dieta basal); T2, dieta basal suplementada con pimienta molida fresca; T3, dieta basal con suplemento de xilanasa; y T4, dieta basal suplementada con pimienta + xilanasa. Los resultados indicaron que la inclusión de pimienta redujo el crecimiento de los pollos y la mayoría de los coeficientes de digestibilidad, pero aumentó las lipoproteínas de alta densidad de la sangre ($P<0.05$); en cambio, la suplementación de xilanasa incrementó el crecimiento de los pollos, la EM de la dieta y la digestibilidad ($P<0.05$). Así mismo, la

xilanasa incrementó el contenido de carotenoides hepáticos y coenzima Q₁₀; sin embargo, redujo la proporción de lipoproteínas de baja densidad en la sangre ($P<0.05$).

2.1.3. Respuesta productiva de pollos de carne a la combinación fitobiótica

Samantaray y Nayak (2022) investigaron la aplicabilidad de los aceites esenciales fitobióticos y su influencia sobre el rendimiento general, apetito y digestión de los alimentos. Los suplementos que utilizaron contenían pimienta negra, hinojo y cúrcuma. Los grupos con la combinación de pimienta negra (0.5%) e hinojo (0.5%) y pimienta (0.5%) con cúrcuma (0.5%) mostraron los pesos corporales más elevados. Las aves alimentadas con la combinación cúrcuma-pimienta y cúrcuma-hinojo exhibieron efecto significativo ($P<0.05$) en el consumo de alimento en comparación con el grupo control; lo que explicaría, según los autores, la mejora del crecimiento de los pollos. Los investigadores complementan su explicación indicando que los fitobióticos combinados pueden emplearse como promotores naturales del crecimiento, son de bajo costo y seguros en las dietas de pollos de carne.

Ashayerizadeh et al. (2023) investigaron los efectos de la suplementación dietética, en forma separada y conjunta, de pimienta negra y cúrcuma en polvo sobre el rendimiento del crecimiento y otras variables en codornices. Se implementaron cinco tratamientos: CON, control; AGP, CON + 0.2% de flavomicina; TUP, CON + 0.5% de cúrcuma en polvo; BPP, CON + 0.5% de pimienta negra en polvo, y MIX, CON + 0.5% TUP + 0.5% BPP. Los resultados mostraron que los polluelos que recibieron que recibieron AGP y TUP en todo el período de crianza ganaron más peso corporal ($P=0.007$) y mejoraron la conversión alimenticia ($P=0.02$) en comparación al resto de tratamientos. Los investigadores indicaron que la respuesta en algunas variables fue mejor al emplear las especias en forma combinada, sobre todo en salud intestinal, y que

los rendimientos se aproximan a lo logrado con el antibiótico promotor del crecimiento por lo que es posible la sustitución.

Atay (2023) investigó los efectos de la adición dietética de ajo, jengibre, cúrcuma y su combinación en la dieta de pollos sobre el rendimiento del crecimiento; consideró los siguientes tratamientos: T1, control; T2, 0.5% de ajo en polvo; T3, 0.5% de jengibre en polvo; T4, 0.5% de cúrcuma en polvo, y T5, 0.5% de la combinación de las tres especias. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se obtuvo a los 35 días de edad: 3590, 3635, 3545, 3587 y 3557 g de alimento consumido/ pollo; 2355, 2388, 2320, 2355, y 2354 g de peso incrementado/ pollo; 1.53, 1.52, 1.53, 1.53 y 1.51 de conversión alimenticia. Hubo efectos significativos de las especias a los 7, 14 y 21 días de edad ($P < 0.05$). El investigador asumió efectos benéficos de las especias sobre la producción.

Rasinar et al. (2023) realizaron un estudio para evaluar el efecto de la suplementación de ajo, cúrcuma, pimienta negra y semillas de culantro sobre índices nutricionales y bio productivos de pollos de carne. Se implementaron los siguientes tratamientos: Control (T0), 1% de ajo (T1), 1% de cúrcuma (T2), 1% de pimienta (T3) y 1% de culantro (T4). Respectivamente en el orden de tratamientos indicados se obtuvo: 2489.00, 2833.50, 2776.17, 2686.50 y 2666.66 g de peso corporal/ pollo; 2446.67, 2791.50, 2733.84, 2644.00 y 2642.83 g de peso incrementado acumulado/ pollo; 4368.00, 4797.50, 4726.00, 4555.00 y 4535.00 g de alimento acumulado consumido/ pollo; 1.810, 1.719, 1.729, 1.718 y 1.748 de conversión alimenticia. Los investigadores concluyeron recomendando el empleo de los fitoaditivos en la dieta de los pollos de carne.

Siyag et al. (2024) implementaron un ensayo para determinar el efecto de la inclusión de pimienta negra y culantro (solos o en combinación) en la dieta sobre el incremento diario de peso. Se implementaron diez grupos de tratamientos: T1, dieta

control; T2, dieta control + 0.5% de pimienta; T3, dieta control + 1% de pimienta; T4, dieta control + 1.5% de pimienta; T5, dieta control + 1% de culantro; T6, dieta control + 2% de culantro; T7, dieta control + 3% de culantro; T8, dieta control + 0.25% de pimienta + 0.5% de pimienta; T9, dieta control + 0.5% de pimienta + 1% de culantro; T10, dieta control + 0.75% de pimienta + 1.5% de culantro. Respectivamente para los tratamientos en el orden indicado se obtuvo: 51.83, 52.15, 58.51, 57.73, 54.68, 59.30, 55.45, 55.75, 54.88 y 54.52 g de ganancia media diaria de peso/ pollo ($P < 0.05$). Los investigadores concluyeron que se ha registrado el efecto de la pimienta negra en polvo agregada a la dieta de los pollos de carne, además de estrategias alternativas de promoción del crecimiento y se observó que la ganancia de peso vivo aumentó en el grupo a que se aplicó 0.5% de pimienta en el alimento.

2.1.4. Respuesta productiva de los pollos de carne a los emulsificadores

Los emulsificadores sintéticos como el mono-polietilen glicol y dioleatos de polietilen glicol también se han ensayado en cerdos aunque no se ha encontrado que la emulsificación de la grasa *in vivo* por los emulsificadores sintéticos sea tan efectiva como la obtenida con las sales biliares; no obstante, la exigencia de utilizar emulsificadores exógenos en las dietas de broilers debe considerarse por el suministro de raciones densas en nutrientes que contienen grasa adicionada es casi inevitable para lograr el total potencial de desarrollo de las líneas de broilers de alto rendimiento (Frobish et al., 1969; Polin, 1980; Noy y Sklan, 1995; Al-Marzooqi y Leeson, 1999).

Se han indicado mejoras en la digestión de grasas alimenticia en pollos de carne cuando se emplearon emulsificantes; sin embargo, en diferentes ocasiones se ha indicado que los efectos sobre el rendimiento, conversión alimenticia, etc., no fueron significativos. En algunos casos se mejoró la digestibilidad de algunos aminoácidos, pero no de todos los que estuvieron presentes en la dieta (Appleton et al., 2024).

Ko et al. (2023) realizaron un ensayo para investigar el efecto de niveles de energía metabolizable (EM) y la suplementación de un emulsificante exógeno sobre el rendimiento del crecimiento, digestibilidad ileal aparente (DIA), composición corporal y rendimiento de carcasa. Los resultados indicaron que la reducción de la EM disminuyó la ganancia de peso corporal y el consumo de alimento ($P < 0,05$). La suplementación con emulsionantes exógenos mejoró el FCR durante el período de engorde y en general ($P < 0,05$). La reducción de la EM disminuyó la DIA de la materia seca (MS), la grasa y la energía bruta ($P < 0,05$), pero aumentó la DIA de Val ($P = 0,013$). La suplementación con emulsificantes exógenos aumentó la DIA de MS, proteína cruda, His, Ile, Lys, Thr, Val, Pro, Ala y Tyr ($P < 0,05$). La EM reducida disminuyó la tasa de apósito y el peso relativo de la grasa abdominal ($P < 0,05$). Los resultados de DXA indicaron que la ME reducida disminuyó la densidad mineral ósea y la grasa ($P < 0,001$), pero aumentó el contenido mineral óseo y el músculo ($P < 0,05$). Por lo tanto, una reducción de 100 kcal/kg de EM en la dieta tuvo efectos adversos sobre el crecimiento y las características de la canal, pero el uso de suplementos de emulsionantes exógenos mejoró el crecimiento y la digestibilidad de los nutrientes.

Con el objetivo de Investigar los efectos fisiológicos de los emulsionantes exógenos en pollos de engorde que fueron alimentados con dietas de energía reducida con sebo incorporado durante 35 días, Oketch et al. (2022) realizaron un ensayo en el que los pollos fueron alimentadas con uno de los cuatro tratamientos dietéticos siguientes: i) control positivo (PCN; dieta con suficiente energía); ii) control negativo (NCN; dieta deficiente en energía, -100 ME kcal/kg); iii) PCL (PCN más 0.05% de emulsionante); y iv) NCL (NCN más 0.05% de emulsionante). Obtuvieron que las pollos alimentados con la dieta NCL tuvieron mayores ($p < 0.05$) pesos corporales, ganancias diarias, consumo diario de alimento y una mejor eficiencia alimenticia durante todo el período de 35 días.

También se observaron mejoras ($p<0.05$) en la digestibilidad ileal de la grasa cruda, la energía y la materia seca proporcionales a una mayor altura de las vellosidades ($p<0.05$) con emulsionantes en las dietas NCL y PCL. Para las mediciones de la canal, sólo los pesos del hígado aumentaron ($p<0.05$) con emulsionantes en los grupos suplementados. Los investigadores concluyeron que sus resultados sugieren que la suplementación con emulsionante al 0.05% en las dietas podría mejorar potencialmente el rendimiento del crecimiento y la digestibilidad de los nutrientes de los pollos de engorde durante 35 días. Esto podría compensar el menor rendimiento del crecimiento que podría registrarse con dietas bajas en energía con incorporación de grasas.

2.2. Bases Teóricas

El empleo de compuestos naturales (probióticos, aceites esenciales, extractos herbales, aminoácidos, nanopartículas verdes sintetizadas, péptidos bioactivos, pigmentos naturales, plantas medicinales bioactivas, productos de plantas y compuestos fitogénicos) para la promoción del crecimiento se ha convertido en una tendencia y una alternativa a los antibióticos (Abd El-Hack et al., 2022).

Al estrés crónico e inflamación se les conoce como los “asesinos secretos” de los animales; ya que pueden conducir a la peroxidación lipídica, oxidación proteica y nitrificación, daño en el ADN y, finalmente, apoptosis. Esta serie de eventos se debe a un desbalance entre la generación de radicales libres y la defensa antioxidante endógena, lo que ocasiona impactos negativos sobre la salud y el rendimiento de los animales; por lo que resulta innegable, entonces, la gran importancia que tiene el estrés crónico y la necesidad de neutralizarlo (Basiouni et al., 2023). También, es innegable que las condiciones de explotación de los pollos de carne son proclives a la actuación de estos “asesinos secretos”. Entre los compuestos naturales para evitarlos se encuentran los contenidos en la cúrcuma (*Curcuma longa*) y en la pimienta negra (*Pipper nigrum*).

2.2.1. Respecto a la cúrcuma (*Curcuma longa*)

La curcumina es una sustancia fitogénica extraída de la cúrcuma; de la curcumina se dice que posee actividades antioxidantes y antiinfecciosas, reduciendo la gravedad de la enteritis necrótica, la salmonelosis, la aflatoxicosis y la coccidiosis. Las investigaciones realizadas en seres humanos la han colocado como un antioxidante natural muy potente, con efectos antiinflamatorios, antivirales, antimicrobianos, limpiadores, anticancerígenos, antioxidantes, antisépticos, radioprotectores y cardioprotectores; además de promover funciones pancreáticas y hepáticas y tiene impacto depurativo de la sangre (Basiouni et al., 2023).

Los resultados de diversas investigaciones realizadas con pollos de carne indican que dosis de 1000 y 2000 mg de curcumina/ kg de alimento disminuyeron el perfil de lípidos en el hígado y plasma y alteró la expresión de genes implicados en la lipogénesis y lipólisis, incluida la acetil CoA carboxilasa, la sintetasa de ácidos grasos y la proteína 1C de unión a elementos reguladores de esteroides, ATP-citrato liasa, receptor activado por proliferador de peroxisomas y carnitina palmitoil transferasa. Así mismo, existen investigaciones que indican que la gravedad de las lesiones y la eliminación de ooquistes en pollos se afectaron positivamente por una dosis de 200 mg de curcumina/ kg de alimento. Se indica que sola o en combinación con otras sustancias bioactivas podría mejorar la salud intestinal de los pollos. (Basiouni et al., 2023).

En una publicación reciente (Abd El-Hack et al., 2024) se indica que la curcumina es el promotor natural del crecimiento más estudiado y conocido por sus propiedades terapéuticas y antimicrobianas. Esta sustancia se obtiene de la *Curcuma longa* y también se le conoce como ácido turmérico. Exhibe actividades virtuosas y beneficiosas y puede ser un valioso promotor natural del crecimiento y sustituto seguro de antibiótico fármacos (que han provocado problema graves de salud en diferentes países). Se indica que se ha

evidenciado la actividad antiparasitaria (en el caso de la coccidiosis, un proceso de salud muy importante en avicultura, se ha demostrado la abolición de esporozoitos o cambios de la construcción de la pared de los ooquistes); así mismo, mejora la competencia y el rendimiento general por su beneficiosa acción sobre los sistemas orgánicos (antioxidante, inmunomodulador y antiinflamatorio), apoya la absorción y digestión del alimento, fortalece la microbiota intestinal benéfica (Ardiansyah et al., 2024) y, por lo tanto, mantiene una estructura intestinal saludable.

La cúrcuma fue clasificada taxonómicamente por *Linnaeus*, de la siguiente manera: Orden, *Zingiberales*; Familia, *Zingiberaceae*; Calse, *Liliopsida*; Sub clase, *Commelinidas*; Género, *Curcuma*; Especie, *Curcuma longa* (Khulel, 2023).

A través de los análisis químicos se ha determinado que el contenido de proteína de la cúrcuma seca es 6.3%, de extracto etéreo de 5.1%, de cenizas de 3.5%, de carbohidratos de 69.5%, de humedad de 13.1%, de aceites esenciales 5% y de tetrahidrocurcuminoides de 5%. Determinándose como sustancias activas a la curcumina, dimetoxicurcumina y bismetoxicurcumina. El análisis más detallado indicó que dentro de los aceites esenciales contiene 1% de α -felandreno, 1% de cineol, 0.6% de sabineno, 25% de zingibereno, 1% de borneol y 53% de sesquiterpenos; es decir, una predominancia de zingibereno y sesquiterpenos (Khulel, 2023).

Con la disponibilidad de equipo de análisis más preciso, se ha determinado que la especie contiene al menos 235 compuestos, incluidos 22 diarilheptanoides y diarilpentanoides, 8 compuestos fenólicos, 68 monoterpenos y 109 sesquiterpenos, 5 diterpenos, 3 triterpenos, 4 esteroides y 2 alcaloides; así como otros 14 compuestos (Li et al., 2011).

En una acción complementaria de productos empleados para mejorar la digestión y absorción de lípidos dietéticos se ha podido determinar que el empleo de aditivos

fitogénicos incrementó la secreción de enzimas del páncreas e intestinales, la síntesis de sales biliares y la actividad de la lipasa pancreática e intestinal, lo que ha contribuido a mejorar el metabolismo y la producción animal (Fascina et al., 2012; Amminikutty et al., 2023).

2.2.2. Respecto a la pimienta negra (*Piper nigrum*)

Ogbuewu y Mbajiorgu (2023) realizaron una revisión sistemática sobre la pimienta negra y su empleo como aditivo alimenticio natural y fuente de nutrientes benéficos y fitoquímicos en la nutrición del pollo; taxonómicamente plantearon la siguiente jerarquía: Reyno, *Plantae*; Sub reino, *Viridipantae*; Infra reino, *Streptophyta*; Súper división, *Embryophyta*; División, *Tracheophyta*; Sub división, *Spermatophytina*; Clase, *Magnoliopsida*; Súper orden, *Magnoliana*; Orden, *Piperales*; Familia, *Piperaceae*; Género, *Piper*; Especies, *nigrum*, *caninum*, *bavinum*, *celtidiforme*, *methylisticum*.

En cuanto a su composición fitoquímica, diferentes fuentes utilizadas por la fuente anterior (Ogbuewu y Mbajiorgu) permitieron generar la siguiente información para las semillas (mg/ g): taninos, 0.81-2.25; saponinas, 1.73; flavonoides, 1.28; alcaloides, 1.38-4.92; cianuros, 0.13-0.63; oxalatos, 0.65-3.34. Otra de las fuentes indicó contenidos de aceites esenciales (%): β -cariofileno, 4.80-26.95; Copaeno, 3.13; Mirceno, 2.89-2.90; Limoneno, 15.13-29.90; Sabineno, 19.23; 1-naptalenol, 3.00; α -pineno, 3.88-16.68; β -pineno, 13-61-19.00; β -bisaboleno, 1.32-7.96; β -felandreno, 3.16; α -felandreno, 2.20; β -terpineno, 19.5; Silvestreno, 10.67; α -humuleno, 1.11-2.44; α -copaeno, 0.20-5.51; α -cadinol, 0.18-4.89; α -tujeno, 0.60-2.94; δ 3-careno, 9.23-55.43; Linalool, 2.10.

En la revisión realizada por Ogbuewu y Mbajiorgu (2023) se indica la existencia de diferentes acciones a través de las que la pimienta negra y sus principios activos mejoran el consumo de alimento, la conversión alimenticia, el incremento de peso, la calidad del producto y la salud de los animales de granja. La pimienta contiene aceites

esenciales de acción antimicrobiana; también contiene un alcaloide (piperina) de la misma acción; la pimienta, al inhibir la biopelícula, las bombas de eflujo y el traslado bacteriano, puede promover la ganancia de peso corporal. Otra acción importante de la especia para los animales de interés zootécnico es la antioxidante (bloqueo de radicales libres) que es exhibida por la glutatión peroxidasa y compuestos fenólicos. Los enzimas digestivos (pancreáticas, amilasa salivar y ácidos biliares), que son liberados por estimulación de la piperina, mejoran la utilización y acortan el tiempo de tránsito de la digesta a través del intestino, por tal motivo se le considera coadyuvante en la absorción de nutrientes de baja tasa de absorción. También se le ha indicado actividad hepatoprotectora, antiinflamatoria, hipocolesterolémica, hipolipidémica e inmunoestimulante.

El análogo de la piperina, piperlongumina, tiene propiedades antioxidantes y puede mejorar la absorción de selenio, complejo B, betacaroteno y curcumina. Tiene una fuerte acción contra los radicales libres e influye en el metabolismo del benzopireno a través del citocromo P450, que es crucial para el metabolismo y transporte de xenobióticos. El compuesto promueve la termogénesis de los lípidos y aumenta el flujo de jugo digestivo. Ayuda a mantener el sistema circulatorio del hígado y brinda protección contra el daño del ADN. La piperina también ha mostrado algunos beneficios con respecto a la ultraestructura de las microvellosidades intestinales y la motilidad intestinal, lo que mejoró la absorción de micronutrientes (Basiouni et al., 2023).

2.2.3. Respecto al emulsificante

Además de ser empleados ampliamente en la industria de la producción de alimentos, los emulsificantes también se han utilizado ampliamente en la industria de producción animal como una de las estrategias destinadas a mejorar la utilización de lípidos. Estos pueden ser de naturaleza natural o sintética. Los naturales podrían incluir bilis, fosfolípidos,

lecitina de soja y caseína, mientras que los sintéticos podrían incluir lisolecitina, monoestearato de glicerol, diestearato de glicerol, estearoil-2-lactilato de sodio, entre otros (Oketch et al., 2023).

En la misma revisión (Oketch op. cit.) se indica que “los efectos de los emulsionantes dependen en gran medida del equilibrio hidrofílico lipofílico (EHL), que determina el grado de solubilidad en grasas o agua. El valor EHL varía de 0 a 20, donde un EHL bajo representa una solubilidad en grasa mejorada en emulsiones de aceite en agua y un EHL alto significa una solubilidad en agua mejorada en emulsiones de agua en aceite. Basado en la regla de Bancroft, que indica que un emulsionante debe ser soluble en la fase continua (fase acuosa), es deseable un emulsionante con alto EHL. Esto se debe a que el ambiente del intestino delgado es predominantemente acuoso y se sabe que las aves consumen casi el doble de agua que alimento”.

El supuesto teórico sobre el que se sustenta la presente investigación se relaciona con la capacidad de las especias para mejorar la digestión y absorción de lípidos de la dieta, capacidad que debería (teóricamente) verse complementada con la acción de emulsificante comercial. Además, de la mejor acción colerética y colagoga del hígado por acción de la curcumina al ser mejor absorbida por el efecto coadyuvante de la piperina.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de Alimento

En la Tabla 3 se presentan los resultados de consumo de alimento de los pollos de carne que recibieron una combinación fitobiótica asociada con un emulsificante comercial en el alimento.

Tabla 3.

Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron una combinación fitobiótica asociada con un emulsificante comercial en el alimento reemplazando al APC

Ítem	Tratamiento			
	1	2	3	4
Pollos	25	25	25	25
Días	42	42	42	42
APC en el alimento	Sí	No	No	No
Cúrcuma-Pimienta, %	--	--	0.10	0.10
Emulsificante, %	--	--	0.05	0.10
Consumo total/ lote, g.				
Inicio	28136	29282	27458	26840
Crecimiento	86154	87798	83502	81210
Acumulado	114290	117080	110960	108050
Consumo total/ pollo, g.				
Inicio	1125.44	1220.08	1098.32	1118.33
Crecimiento	3446.16	3658.25	3340.08	3530.87
Acumulado	4571.60	4878.33	4438.40	4649.20
Consumo promedio/ pollo/ día, g.				
Inicio	53.59	58.10	52.30	53.25
Crecimiento	164.10	174.20	159.05	168.14
Acumulado	108.85	116.15	105.68	110.70

Nota: en el tratamiento 2 murió un pollo; en el tratamiento 4 murieron 2, uno en el inicio y un adicional en el crecimiento.

La guía “Cobb500: pollo de engorde”, publicada el año 2022 por la compañía Cobb, indica que para pollos de 42 días de edad el consumo acumulado de alimento debe ser de 5100 gramos; sin embargo, tratándose de una investigación en la que el último suministro de alimento se dio el día 41, el consumo acumulado debe ser de 4885 gramos. Como se puede apreciar en la Tabla 3, sólo el tratamiento 2 (testigo negativo) alcanzó el consumo acumulado recomendado por Cobb a los 41 días. Los otros tratamientos, con productos promotores del crecimiento consumieron menos que lo recomendado.

En el caso del tratamiento 1 (testigo positivo), con APC, el consumo acumulado representó 93.6% de la cifra recomendada por Cobb; en el caso de los tratamientos 3 y 4 (con fitobióticos y emulsificante) representaron 90.9 y 95.2%. Como se puede notar, estos tres tratamientos recibieron principios que, al promocionar el crecimiento, podrían propiciar una reducción del consumo debido a la más eficiente satisfacción de los requerimientos nutricionales, principalmente de energía; lo que se analizará con más detalle al evaluar la eficiencia de utilización del alimento para incrementar el peso corporal.

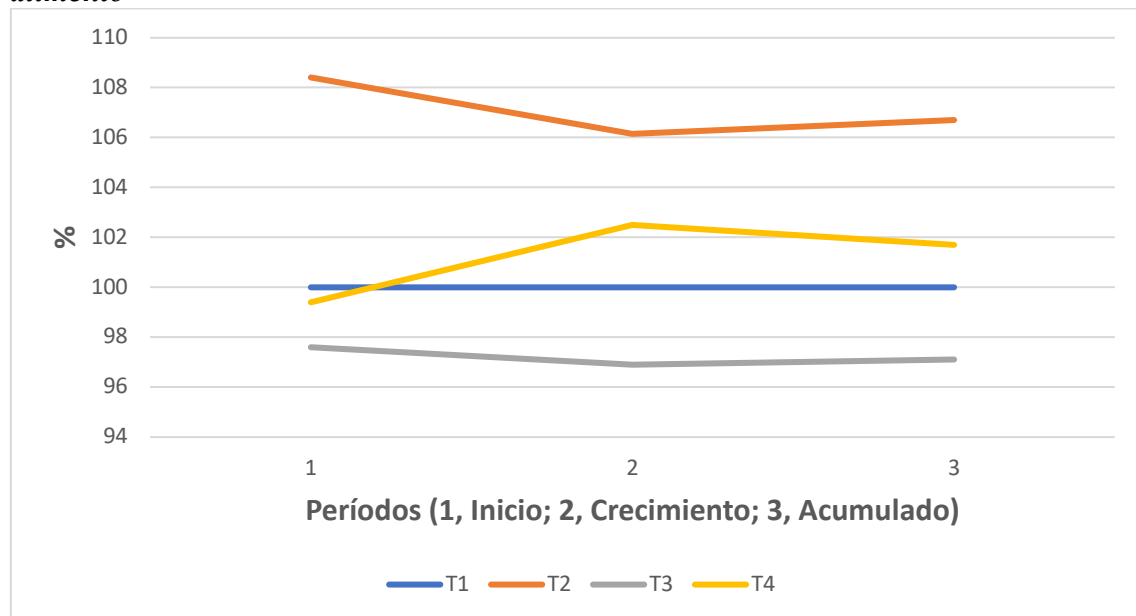
Realizada la comparación entre tratamientos (Figura 1), todos contra el testigo positivo (con APC), se apreció que tanto en Inicio como en Crecimiento el tratamiento testigo negativo estuvo 8.41 y 6.15% por encima del testigo positivo; en la cifra acumulada el consumo estuvo 6.7% por encima.

En el caso de los tratamientos 3 y 4, la única diferencia se centró en la proporción de emulsificante, ya que la de fitobióticos fue similar (0.10%); con la dosis menor del emulsificante (0.05%) el consumo fue menor que el registrado por el testigo positivo en 2.4, 3.1 y 2.9%, respectivamente para los períodos de Inicio, Crecimiento y Acumulado. En tanto que con la mayor proporción (0.10%) de emulsificante el consumo estuvo 0.6% por debajo en el Inicio, 2.5 y 1.7% por encima respectivamente en el Crecimiento y Acumulado.

Se podría asumir que la dosis adecuada del emulsificante, para interactuar con la emulsificación natural condicionada por los fitobióticos, fue 0.05% y con ella se pudo cubrir con mayor eficiencia los requerimientos nutricionales de los pollos. La dosis mayor del emulsificante podría haber condicionado una muy rápida tasa de pasaje de la digesta a través del intestino, propiciando que los animales tuvieran que consumir un poco más de alimento para cubrir sus necesidades nutricionales.

Figura 1.

Comparativo porcentual entre períodos dentro de tratamientos para consumo de alimento



Una pregunta importante en la investigación fue: ¿la diferencia entre tratamientos para el consumo de alimento fue importante como para considerarse un factor no aleatorizado que afectó negativamente la respuesta del crecimiento?, es decir, ¿fue un factor no controlado? Los responsables de la investigación consideraron que no, ya que el comportamiento del consumo fue una compensación a la calidad nutricional del alimento; calidad que fue alterada por la presencia del APC o de los fitobióticos con el emulsificante y es lo que se esperaba.

La respuesta en el consumo de alimento reportada por diferentes investigadores ha sido variada; en el sentido que algunos indicaron que no hubo alteración significativa del consumo (Al-Muhammadawi y Jassim Hammoudi, 2022; Kinati et al., 2022; Sugiharto y Yudiarti, 2022; Sunmola et al., 2022; Al-Sanjary et al., 2023; Atay, 2023; Rasinar et al., 2023; Baqer et al., 2023; Kichu et al., 2023; Dozo et al., 2023), estos investigadores, en realidad, observaron el efecto de los principios activos de las especias en el intestino (sanidad y función) para explicar el mejor comportamiento productivo. Disminución en el consumo fue indicado por Ogbuewu y Mbajiorgu (2022), Tinagre et

al. (2023), Akane y Oyeibanji (2023) Awais et al. (2023), con quienes se indicó una mejora en la satisfacción de requerimientos nutricionales para explicar la reducción en el consumo. En este aspecto, merece especial atención el meta análisis de Ogbuewu y Mbajiorgu (2022), en el que se evaluó una cantidad importante de trabajos de investigación y mediante el análisis estadístico de la tendencia del consumo indicaron que tiende a disminuir por un mejor aprovisionamiento de nutrientes. En tanto que incrementos en el consumo por efecto de la presencia de cúrcuma o pimienta en el alimento han sido reportados por Febrianta et al. (2022) y Ji et al. (2024).

3.2. Peso Corporal y Cambios en el Peso

En las tablas 4, 5 y 6 se presentan los datos de los pesos corporales iniciales, al finalizar el período de Inicio (21 días) y al finalizar el período de Crecimiento (42 días), respectivamente.

Tabla 4.

Estadígrafos descriptivos del peso inicial (g) de los pollos según tratamientos

Tratamiento	N	Media	Error estándar media	D.E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
1	25	46.920	0.723	3.616	7.71	42.00	47.00	57.00
2	24	45.583	0.470	2.302	5.05	40.00	46.00	51.00
3	25	46.480	0.563	2.815	6.06	39.00	46.00	53.00
4	23	46.435	0.599	2.873	6.19	40.00	47.00	52.00

Tabla 5.

Estadígrafos descriptivos del peso finalizado el período de Inicio (g) de los pollos según tratamientos

Tratamiento	N	Media	Error estándar media	D.E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
1	25	1026.9	12.0	60.1	5.85	882.0	1005.0	1123.0
2	24	1057.7	11.8	58.0	5.48	986.0	1050.0	1196.0
3	25	1008.5	11.9	59.5	5.90	894.0	1007.0	1158.0
4	23	998.5	11.6	55.8	5.59	858.0	992.0	1103.0

Según la guía del pollo de carne (Cobb, 2022), los pollos deben llegar al galpón con un peso de 42 gramos; las medias estuvieron por encima, pero se tuvo algunos pollos

con pesos iniciales por debajo de 42 gramos. No obstante, todos mostraron buenas condiciones al inicio del ensayo.

Tabla 6.
Estadígrafos descriptivos del peso finalizado el período de Crecimiento (g) de los pollos según tratamientos

Tratamiento	N	Media	Error estándar media	D.E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
1	25	2835.2	36.1	180.6	6.37	2334.0	2850.0	3110.0
2	24	3106.2	40.0	196.2	6.31	2888.0	3056.5	3532.0
3	25	2968.8	50.3	251.4	8.47	2574.0	2889.0	3455.0
4	23	2695.6	41.4	198.5	7.36	2300.0	2605.0	3015.0

Al finalizar los 21 días de edad todas las medias estuvieron por debajo de los 1116 gramos indicados por Cobb (2022); las medias de los tratamientos 1, 2, 3 y 4 estuvieron por debajo de lo indicado por la guía mencionada en 89.1, 58.3, 107.5 y 117.5 gramos.

Algo parecido sucedió a los 42 días de edad, todas las medias estuvieron por debajo de los 3278 gramos; en el mismo orden, estuvieron por debajo en 442.8, 171.8, 309.2 y 582.4 gramos.

Las características del ambiente y de los alimentos, no son ideales para la crianza del pollo de carne; por lo que no debería preocupar que las medias de los pesos logrados estuvieran por debajo de los indicado en la guía. Tratándose de un trabajo de investigación, lo que prima es el comparativo entre los grupos de tratamientos, por lo que la comparación con Cobb (2022) sólo es referencial. La presente investigación tuvo por objetivos la comparación de los cambios en el peso corporal entre tratamientos, lo que se presenta en las Tablas 7, 8 y 9 para los incrementos de peso de los períodos de Inicio, Crecimiento y Acumulado, respectivamente.

Realizada la prueba de homogeneidad de varianzas (Anexo 1) con el incremento de peso del período de Inicio se determinó que hubo homocedasticidad; en tanto que el análisis de la varianza (Anexo 2) determinó que las diferencias entre tratamientos fueron significativas ($P=0.004$); el tratamiento superó a los tratmientos 3 y 4, pero igual al 1.

Tabla 7.

Estadígrafos descriptivos del incremento de peso en el período de Inicio (g) de los pollos según tratamientos

Tratamiento	N	Media	Error estándar media	D.E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
1	25	980.0^{ab}	12.2	61.1	6.23	834.0	959.0	1081.0
2	24	1012.2^a	11.9	58.2	5.75	938.0	1007.5	1150.0
3	25	962.0^b	12.0	60.0	6.24	847.0	958.0	1113.0
4	23	952.0^b	11.6	55.8	5.86	810.0	945.0	1056.0

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas (P=0.004, Tukey)

Tabla 8.

Estadígrafos descriptivos del incremento de peso en el período de Crecimiento (g) de los pollos según tratamientos

Tratamiento	N	Media	Error estándar media	D.E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
1	25	1808.4^b	30.4	152.2	8.42	1452.0	1840.0	2074.0
2	24	2048.4^a	30.3	148.6	7.26	1863.0	2016.5	2361.0
3	25	1960.4^a	44.8	224.0	11.43	1577.0	1893.0	2413.0
4	23	1697.1^b	32.7	156.6	9.23	1442.0	1620.0	1983.0

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas (P=0.0001, Tukey)

Tabla 9.

Estadígrafos descriptivos del incremento de peso acumulado (g) de los pollos según tratamientos

Tratamiento	N	Media	Error estándar media	D.E.	C. V.	Mínimo	Mediana	Máximo
1	25	2788.3^b	36.3	181.3	6.50	2807.0	1840.0	3068.0
2	24	3060.6^a	40.0	196.0	6.40	3010.0	2016.5	3486.0
3	25	2922.4^a	50.3	251.7	8.61	2839.0	1893.0	3410.0
4	23	2649.2^b	41.3	198.0	7.47	2562.0	1620.0	2963.0

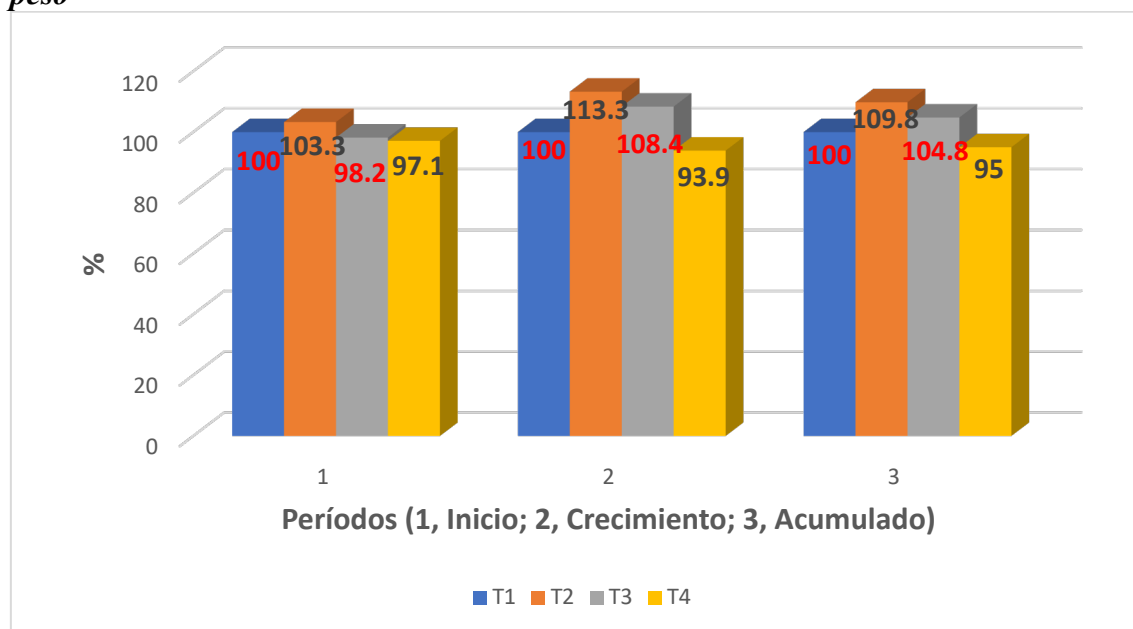
^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas (P=0.0001, Tukey)

La prueba de homogeneidad de varianzas con los incrementos de peso logrados en el período de crecimiento (Anexo 3) indicó que hubo homocedasticidad; al aplicar el análisis de varianza (Anexo 4) se determinó que las diferencias entre tratamientos fueron significativas (P = 0.0001); los tratamientos 2 y 3 fueron similares y superiores a los tratamientos 1 y 4. Con los incrementos de peso acumulados se corroboró la homocedasticidad (Anexo 5) y el análisis de varianza (Anexo 6) indicó que las diferencias fueron significativas (P = 0.0001).

En la Figura 2 se ilustra el comparativo porcentual entre tratamientos, dentro de períodos, para el incremento de peso, medio por pollo.

Figura 2.

Comparativo porcentual entre tratamientos, dentro de períodos, para incremento de peso



Se puede apreciar que en el período de Inicio el tratamiento testigo negativo ganó 3.3% más peso que el tratamiento testigo positivo, 5.2% más que el tratamiento con fitobióticos + 0.05% de emulsificante, y 6.3% más que el tratamiento con fitobióticos + 0.10% de emulsificante.

En el período de Crecimiento el tratamiento testigo negativo acrecentó la ventaja sobre el tratamiento testigo positivo (13.3%); disminuyó la ventaja con respecto al tratamiento con fitobióticos + 0.05% de emulsificante (4.5%), aunque no en forma marcada; se distanció marcadamente del tratamiento con fitobióticos + 0.10% de emulsificante (20.7%).

Al considerar los resultados acumulados (Inicio + Crecimiento), la ventaja del tratamiento testigo negativo sobre el tratamiento testigo positivo fue de 9.8%; con respecto al tratamiento con fitobióticos + 0.05% de emulsificante fue de 4.7%; con respecto al tratamiento con fitobióticos + 0.10% de emulsificante fue de 15.5%.

Es decir, ganó más peso el tratamiento que no incluyó APC, ni la mezcla fitobióticos + emulsificante; en otras palabras, en esta variable se comportó mejor el tratamiento que, *a priori*, se esperaba que se comportaría peor. Sin embargo, la respuesta obtenida por el tratamiento testigo negativo se debió al consumo, ya que fue el tratamiento en que se evidenció mayor cantidad de alimento ingerido, pero no implica que haya sido el tratamiento más eficiente. La eficiencia se refleja en la relación entre la cantidad de alimento ingerido y el peso corporal incrementado, es decir, con la conversión alimenticia; es posible que este tratamiento haya ganado más peso pero lo hizo a costa de una mayor cantidad de alimento por unidad de peso incrementado. Una de las razones por las cuales aún existe controversia en la respuesta productiva de los animales a los fitobióticos se deba a este tipo de comportamiento.

Diferentes investigadores, que han evaluado la inclusión de cúrcuma y pimienta, solas o combinadas (entre ellas y con otras especies) han reportado diferentes tendencias en los cambios del peso corporal de pollos, aunque es mayor la cantidad de investigaciones (utilizadas en la presente investigación) que reportan incrementos significativos (Awais et al., 2022; Febriante et al., 2022; Shawky et al., 2022; Al-Sanjary et al., 2023; Rasinar et al., 2023; Baqer et al., 2023; Kichu et al., 2023; Tingare et al., 2023; Effiong et al., 2023; Ji et al., 2024; Siyag et al., 2024); en tanto que fue menor la cantidad de reportes que indicaron cambios de peso menores (por debajo de los controles) como es el caso de Kinati et al. (2022), aunque en su caso la tendencia fue positiva cuando la cúrcuma se combinó con microorganismos eficientes; Pirgozliev et al. (2023) quienes evaluaron a la pimienta negra. En tanto que otros (Al-Muhammadawi y Jassim Hammoudi, 2022; Sunmola et al., 2022; Atay, 2023; Akande y Oyenbanyi, 2023; Dozo et al., 2023) reportaron diferencias no significativas al comparar las respuestas de cúrcuma y pimienta con los tratamientos de control.

3.3. Conversión Alimenticia (CA)

Los resultados de CA se presentan en la Tabla 10, para pollos de carne que recibieron una combinación fitobiótica y un emulsificante comercial en la dieta.

Tabla 10.

Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron una combinación fitobiótica y un emulsificante comercial en el alimento reemplazando al APC

Ítem	Tratamiento			
	1	2	3	4
Pollos	25	25	25	25
Días	42	42	42	42
APC en el alimento	Sí	No	No	No
Cúrcuma-Pimienta, %	No	No	0.10	0.10
Emulsificante, %	No	No	0.05	0.10
Consumo de alimento/ pollo, kg.				
Inicio	1125.44	1220.08	1098.32	1118.33
Crecimiento	3446.16	3658.25	3340.08	3530.87
Acumulado	4571.60	4878.33	4438.40	4649.20
Incremento de peso/ pollo, kg.				
Inicio	979.96	1012.17	962.00	955.00
Crecimiento	1808.36	2048.42	1960.36	1714.96
Acumulado	2788.32	3060.59	2922.36	2610.26
Conversión alimenticia, kg/ kg.				
Inicio	1.149	1.205	1.142	1.171
Crecimiento	1.906	1.786	1.704	2.059
Acumulado	1.640	1.594	1.519	1.781

Al realizar el comparativo porcentual entre tratamientos (Figura 3); en el período de Inicio se apreció que, en comparación con el tratamiento testigo positivo, el tratamiento testigo negativo consumió 4.9% más para incrementar una unidad de peso corporal, el tratamiento 3 consumió 0.6% menos y el tratamiento 4 consumió 1.9% más.

En el período de Crecimiento, siempre comparando contra el testigo positivo, el tratamiento testigo negativo consumió 6.3% menos para ganar una unidad de peso, el tratamiento 3 consumió 10.6% menos, en tanto que el tratamiento 4 consumió 8% más.

En el valor acumulado se apreció que el tratamiento testigo negativo consumió 2.8% menos, el tratamiento 3 consumió 7.4% menos y el tratamiento 4 consumió 8.6% más, para incrementar una unidad de peso corporal en comparación con el tratamiento testigo positivo. El tratamiento 4 siempre consumió más alimento por unidad de peso

incrementado, siendo menos eficiente que el testigo positivo (con APC), lo que no sucedió con el tratamiento testigo negativo.

Figura 3.

Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia según períodos

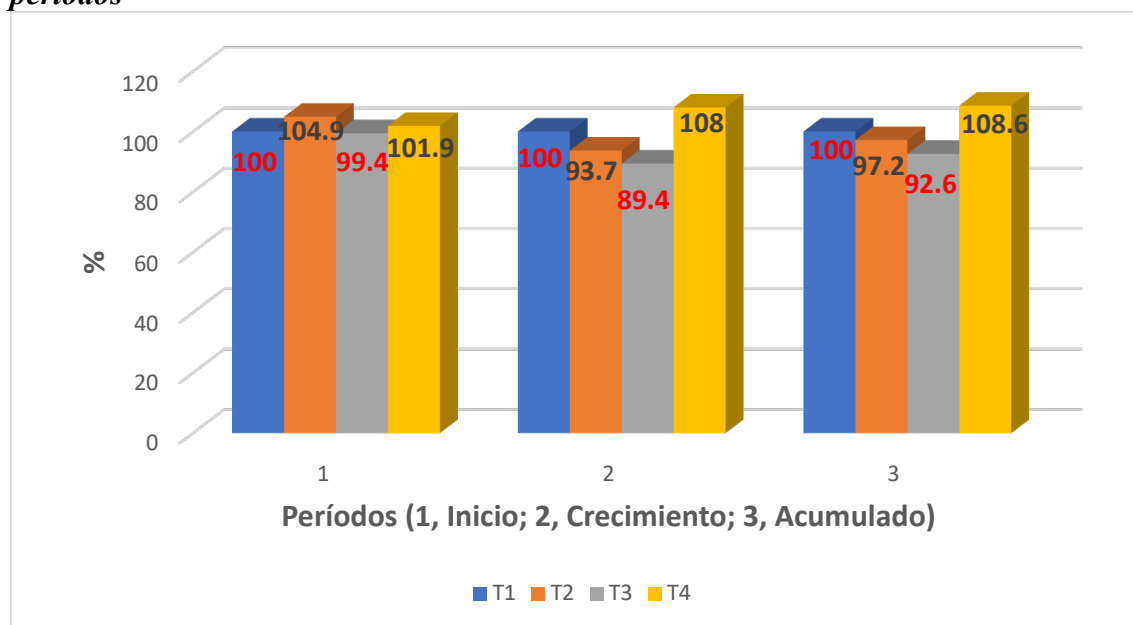
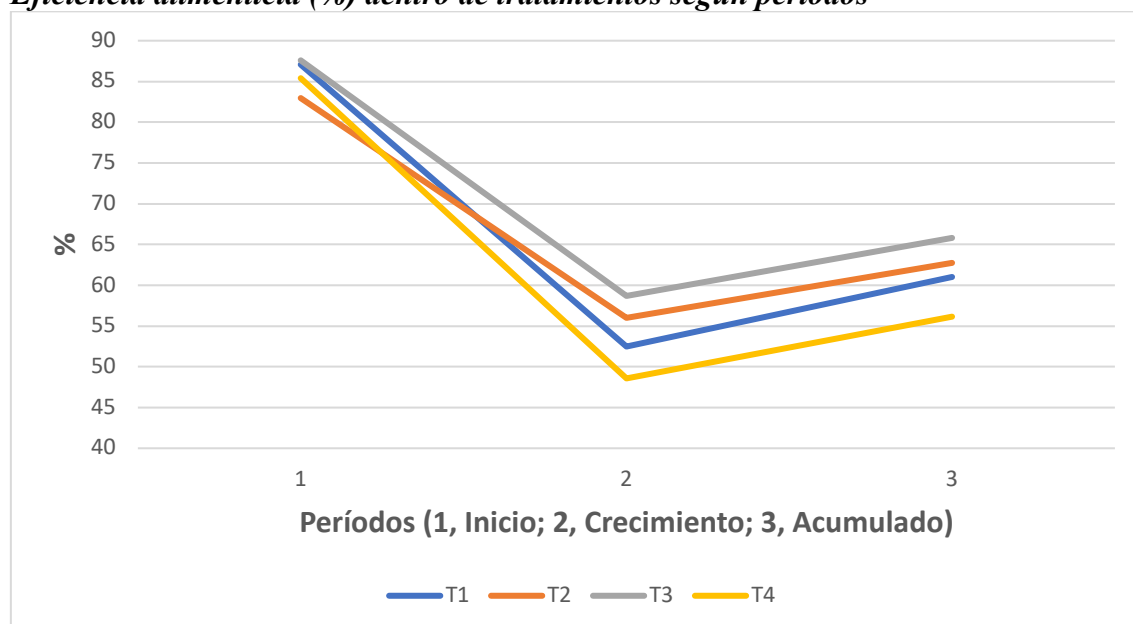


Figura 4.

Eficiencia alimenticia (%) dentro de tratamientos según períodos



Como se puede apreciar en la Figura 4, el tratamiento más eficiente para la conversión del alimento en peso incrementado fue el que combinó la mezcla fitobiótica (cúrcuma + pimienta) y 0.05% del emulsificante; cuando se incrementó la proporción del

emulsificante (0.10%) la eficiencia fue la menor, en el período de Crecimiento y en el valor Acumulado. También es importante notar que la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso en las edades tempranas es mejor que en las tardías, en el período correspondiente a los primeros 21 días de edad, en los tres tratamientos la eficiencia fue superior al 80%; en tanto que en el período comprendido entre los días 22 y 42 de edad, la eficiencia se ubica alrededor de 50%. Esta es la razón por la que en algunos países se está reduciendo la edad de saca del pollo de carne de 42 a 35 días, porque a mayor eficiencia en la utilización del alimento mayor es la rentabilidad.

Como se comentó cuando se trató sobre los incrementos de peso (comentario técnicamente unilateral porque solo se tuvo en cuenta el cambio en el peso corporal) al parecer el mejor tratamiento era el testigo negativo, pero cuando se consideró la conversión alimenticia y la eficiencia de utilización del alimento se pudo apreciar que el tratamiento 3 (0.1% de cúrcuma-pimienta + 0.05% del emulsificante) fue el mejor.

Otro aspecto de considerable importancia es que el tratamiento 3 fue más eficiente que el testigo positivo (con APC), este resultado indica que, bajo condiciones eficientes de crianza, si es posible el reemplazo del antibiótico fármaco, lo que permitiría alejar la amenaza de la resistencia a los antibióticos.

Así mismo, los diferentes reportes indican que la curcumina es trascendente en el metabolismo de los lípidos y salud orgánica pero que su absorción es limitada por lo que la mayor parte de lo ingerido se excreta, esto se produce por la glucoronidación (ácido glucurónico al interactuar con la curcumina produce complejos que se excretan) y que la piperina ha mostrado actividad de inhibición de este proceso (Shoba et al., 1998; Anand et al., 2007; Guil-Guerrero et al., 2017; Mirzaei et al., 2017), mejorando la absorción y utilidad de la curcumina. De esta manera, al participar en el metabolismo, se mejora también la respuesta inmune, se atrapan radicales libres, y se mejora la calidad de la carne.

De esta manera, la mejora en la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso, tiene su correlato con otras funciones muy importantes en el organismo animal que son conducentes a la obtención de un producto final (carne) inocuo.

La acción metabólica de la curcumina absorbida, coadyuvada por la piperina, sobre el incremento de peso fue evidenciada por Vidarte (2021) y Sánchez (2023) y corroborada en la presente investigación.

Es importante notar, entonces, que la positiva acción fitobiótica se sustenta primeramente en su acción sobre las condiciones del tracto gastrointestinal, reflejándose en una más eficiente utilización de los nutrientes para incrementar peso y los principios activos absorbidos ejercen un rol importante en el metabolismo.

Mejoras sobre la conversión alimenticia o la eficiencia de utilización del alimento para incrementar el peso corporal fueron reportados por Awais et al., (2022), Febrianta et al. (2022), Kinati et al., (2022), Ogbuewu y Mbajiorgu (2022), Shawky et al. (2022), Sunmola et al. (2022), Ajaz et al. (2023), Al-Sanjaray et al. (2023), Rasinar et al. (2023), Baqer et al. (2023), Kichu et al. (2023), Tingare et al. (2023), Effiong et al. (2023). En tanto que Atay (2023) y Dozo et al. (2023) reportaron valores similares para todos los tratamientos implementados en sus estudios.

Diferentes investigadores (Ampode y Mendoza, 2022; Cetin et al., 2022; Zaazaa et al., 2022; Zhang et al., 2022; Abdel-Wareth y Lohakare, 2023; Hristakieva et al., 2023; Jahja et al., 2023; Javed et al., 2023; Li et al., 2023; Meligy et al., 2023; Salama et al., 2023; Souad et al., 2023; Zhang et al., 2023) han indicado que la acción de los principios activos contenidos en los fitobióticos se ubica principalmente en el tracto gastrointestinal, principalmente el área intestinal. El caso de la cúrcuma es especial, porque ha mostrado, además, una marcada acción sobre el metabolismo. El meta análisis de Ogbuewu y Mbajiorgu (2022), realizado con 31 artículos científicos, selectos de 140 estudios como

consecuencia de una búsqueda sistemática. El análisis estadístico aplicado al meta análisis les permitió determinar que el empleo de la cúrcuma en la alimentación de pollos de carne ejerce mejora en la eficiencia de utilización del alimento, con una reducción en el consumo. Los mismos autores son muy claros al indicar que aún hay varios aspectos por dilucidar en el accionar de la cúrcuma y otros fitobióticos, en forma aislada o combinada, incluso con otros principios de acción nutricional como el caso de emulsificantes comerciales.

En relación con la conversión alimenticia, los resultados obtenidos permiten recomendar el empleo de 0.1% de la combinación fitobiótica + 0.05% del emulsificante.

3.4. Mérito Económico

Los resultados referentes al mérito económico de pollos de carne que recibieron una mezcla fitobiótica en combinación con un emulsificante se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11.

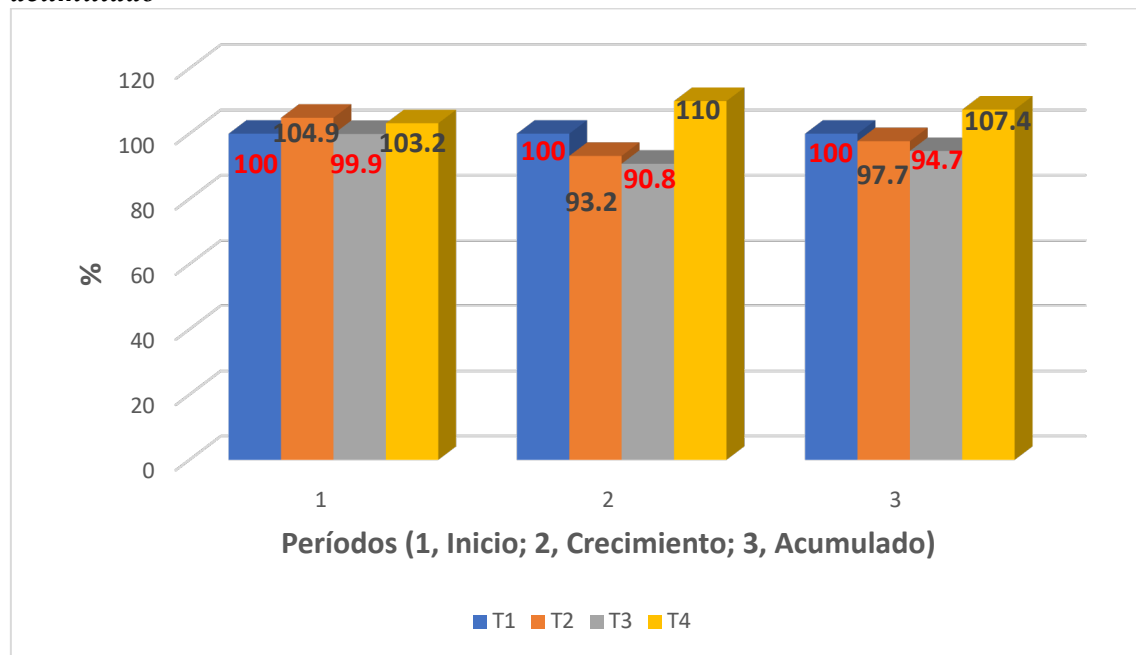
Mérito económico de pollos de carne que recibieron una mezcla fitobiótica en combinación con un emulsificante reemplazando al APC

Ítem	Tratamiento			
	1	2	3	4
Pollos	25	25	25	25
Días	42	42	42	42
APC en el alimento	Sí	No	No	No
Cúrcuma-Pimienta, %	No	No	0.10	0.10
Emulsificante, %	No	No	0.05	0.10
Gasto de alimento/ pollo, s/.				
Inicio	2.873	3.115	2.846	2.889
Crecimiento	8.564	9.090	8.430	8.933
Acumulado	11.437	12.205	11.276	11.832
Incremento de peso/ pollo, kg.				
Inicio	0.980	1.012	0.962	0.955
Crecimiento	1.808	2.058	1.960	1.715
Acumulado	2.788	3.061	2.922	2.610
Mérito económico, s/. / kg.				
Inicio	2.932	3.078	2.959	3.025
Crecimiento	4.737	4.417	4.301	5.209
Acumulado	7.669	7.495	7.260	8.234

En la Figura 5 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para el mérito económico.

Figura 5.

Comparativo porcentual entre tratamietos para mérito económico por período y acumulado



En el caso del mérito económico, el tratamiento con un porcentaje más alto representa al menos eficiente, porque lo que se busca es invertir menos dinero en el alimento para lograr una unidad de incremento de peso. Así, en el Inicio el único de los tratamiento que se apróximo más al testigo positivo fue el tratamiento 3. En la fase de Crecimiento se consolidó la ventaja del tratamiento 3, se requirió gastar casi 10% menos dinero en alimento para incrementar un kilo de peso corporal. En las cifras acumuladas se observó que el tratamiento con mejor comportamiento económico para la utilización del alimento en incremento de peso fue el tratamiento 3 (0.10% de la mezcla fitobiótica + 0.05% del emulsificante) en 5.3% con respecto al testigo positivo y el menos eficiente fue el tratamiento 4 con el que se gastó 7.4% más dinero en alimento para ganar una unidad de peso corporal en comparación con el tratamiento testigo positivo (T1).

Con la evaluación del mérito económico se puede determinar dos aspectos importantes: (1) Se puede reemplazar al APC por el tratamiento 3, y (2) el empleo de una dosis mayor a la recomendada (0.05%) por el fabricante y empleando fitobióticos (que

promueven la secreción enzimática digestiva) se dio un comportamiento parecido a la ley de los rendimientos decreciente; es decir, mayor aplicación de un factor benéfico no representa una mejor respuesta del organismo, se obtuvo una respuesta contraria a la esperada. Al parecer se dieron interacciones negativas cuando se dieron las condiciones del tratamiento 4.

Los reportes internacionales hacen muy poca referencia a evaluaciones del tipo de Mérito Económico, ya que se centran específicamente en Conversión Alimenticia; ya que se da una tendencia positiva entre estos dos tipos de evaluación. Es decir, mejores conversiones alimenticia indican, la mayor parte de las veces, mejores méritos económicos, como ha sucedido en la presente investigación.

No obstante, diferentes investigaciones locales se han planteado una situación especial al comentar el mérito económico y empiezan con la interrogante ¿cuánto cuenta la salud del consumidor? Si un producto o productos permiten mayor eficiencia en la utilización del alimento, técnica y económicamente; que debe considerarse cuando la evaluación económica es ligeramente negativa si el producto (carne) obtenido es inocuo y conveniente para el consumidor; o, caso contrario, el producto obtenido puede ser muy económico pero obtenido utilizando principios que pueden ser perjudiciales para la salud del consumidor. Es el caso de los APC; no obstante, los productores marchan “al filo de la navaja” si dejan de emplearlos ya que sus emprendimientos podrían quebrar y la oferta de carne disminuiría y los precios se dispararían (Vidarte, 2021; Sánchez, 2023; Julca, 2024; y otros). Allí radica la trascendencia de investigaciones como la presente, en buscar **alternativas sostenibles** (que sean inocua para el consumidor, que mantengan la rentabilidad de los emprendimientos y que sean amigables con el ambiente).

IV. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se aceptó la hipótesis planteada, el empleo de una combinación fitobiótica con un emulsificante permitió la obtención de mejores indicadores productivos en pollos de carne.
2. Con 0.1% de la combinación fitobiótica con 0.05% de un emulsificante comercial se obtuvo 5.3% menos de alimento consumido en comparación con el testigo positivo (con APC); con la misma combinación fitobiótica pero con 0.1% del emulsificante el consumo de alimento fue 1.7% superior.
3. El mayor incremento de peso corporal se logró con el tratamiento testigo negativo (3060.6 g) y fue similar con el tratamiento con la combinación fitobiótica con 0.05% del emulsificante (2922.4 g), ambos superaron al tratamiento testigo positivo y al tratamiento de la combinación fitobiótica con 0.1% del emulsificante.
4. La más eficiente utilización del alimento para incrementar peso (65.84%) se logró con el tratamiento 3 (0.1% de combinación fitobiótica + 0.05% del emulsificante) superando al resto de tratamientos; la menor eficiencia (56.14%) se logró con el tratamiento 4 (0.1% de combinación fitobiótica + 0.1% de emulsificante).
5. En el mérito económico, el tratamiento 3 fue 5.3% más eficiente que el logrado con el testigo positivo.

V. RECOMENDACIONES

- 1.** Emplear 0.1% de la combinación fitobiótica (96:4, cúrcuma: pimienta) y 0.05% del emulsificante comercial por permitir la mejor obtención de indicadores del rendimiento, principalmente mayor eficiencia en la utilización del alimento para el incremento de peso corporal.
- 2.** Investigar sobre diferentes procesos que permitan proteger a los principios bioactivos contenidos en cúrcuma y pimienta, para que puedan ser mejor utilizados en el tracto gastrointestinal.
- 3.** Evaluar la combinación fitobiótica y su combinación con emulsificante en otras especies domésticas de interés zootécnico.

BIBLIOGRAFÍA

- Abd El-Hack, M. E., Alazragi, R., Khafaga, A. F., Qadhi, A., Ghafouri, K., Azhar, W., Alqhtani, A. H., Khojah, H., Swelum, A. A., and Swiatkiewicz, S. (2024). The relationship between dietary curcumin supplementation and metabolic syndrome – A review. *Ann. Anim. Sci.*, 24(2): 413-424. DOI: 10.2478/aoas-2023-0063.
- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Elbestawy, A. R., Gado, A. R., Nader, M. M., Saad, A. M., El-Tahan, A. M., Taha, A. E., Salem, H. M., and El-Tarabily, K. A. (2022). Hot red pepper powder as a safe alternative to antibiotics in organic poultry feed: an updated review. *Poultry Science*, 101: 101684. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101684>
- Abdel-Wareth, A. A. A. and Lohakare, J. (2023). Bioactive lipid compounds as eco-friendly agents in the diets of broiler chicks for sustainable production and health status. *Veterinary Sciences*, 10, 612. <https://doi.org/10.3390/vetsci10100612>
- Ajaz, R., Akbar, M. T., Ahmad, M., Mobashar, M., Sarwar, M. I., Rizwan, F., Zainab, K., Sohail, M., Khalid, A., Iqbal, R., and Tariq, M. (2023). The impact of turmeric rhizome on broiler chicken performance. *Biological and Clinical Sciences Research Journal*, 491. <https://doi.org/10.54112/bcsrj.v2023il.491>
- Akande, K. E. and Oyeibanji, O. F. (2023). The utilization of African black pepper (*Piper guineense*) as feed additive on the growth performance of broiler chickens. *Nigerian J. Anim. Sci.*, 25(1): 134-138 [https://njas.org.ng/index.php/article/view/1157]
- Al-Marzooqi, W. and Leeson, S. (1999). Evaluation of dietary supplements of lipase, detergent, and crude porcine pancreas on fat utilization by young broiler chicks. *Poultry Science*, 78 (11): 1561-1566. Doi: 10.1093/ps/78.11.1561
- Al-Muhammadawi, N. A. and Jassim Hammoudi, S. (2022). Effect of adding different levels of therapeutic curcuma on productive traits in broiler chickens. *Archives of Razi Institute*, 77(6): 2059-2064. DOI: 10.22092/ARI.2022.358198.2177
- Al-Sanjary, A. K., Ibrahim, A. M., and Hamid, S. M. (2023). Effect of adding turmeric powder and vitamin C on the productive performance of broilers. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1158, 052012. DOI: 10.1088/1755-1315/1158/5/052012
- Amminikutty, N., Spalenza, V., Jarriyawattanachaikul, W., Badino, P., Capucchio, M. T., Colombino, E., Schiavone, A., Greco, D., D'Ascanio, V., Avantiaggiato, G., Dabbou, S., Nebbia, C., and Girolami, F. (2023). Turmeric powder counteracts oxidative stress and reduces AFB1 content in the liver of broilers exposed to the EU maximum levels of the mycotoxin. *Toxins*, 15, 687. <https://doi.org/10.3390/toxins15120687>
- Ampode, K. M. B. and Mendoza, F. C. (2022). Oregano (*Origanum vulgare* Linn.) powder as a phytobiotic feed additives improves the growth performance, lymphoid organs, and economic traits in broiler chicken. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 10(2): 434-441. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.2.434.441>
- Anand, P., Kunnumakkara, A. B., Newman, R. A., and Aggarwal, B. B. (2007). Bioavailability of curcumin: Problems and promises. *Molecular Pharmaceutics*, 4(6): 807-818. DOI: 10.1021/mp700113r.
- Appleton, S. R., Ballou, A., Watkins, K. L. (2024). Use of monoglycerides and diglycerides to mitigate poultry production losses: A Review. *Vet. Sci.*, 11, 101. <https://doi.org/10.3390/vetsci11030101>

- Ardiansyah, D. T., Nuningtyas, Y. F., Marwi, F., and Natsir, M. H. (2024). The effect of turmeric, ginger, and teak leaf nanoparticles extraction as feed additives on the microbial of broiler chickens. *BIO Web Conferences* 88, 00040. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248800040>
- Ashayerizadeh, O., Dastar, B., Shams Shargh, M., Soumeh, E. A., and Jazi, V. (2023). Effect of black pepper and turmeric powder on growth performance, gut health, meat quality, and fatty acid profile of Japanese quail. *Frontiers in Physiology*, 14: 1218850. DOI: 10.3389/fpphys.2023.1218850.
- Atay, A. (2023). The effect medicinal pants on performance, carcass parameters and meat quality in broiler chickens. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(2): 1418-1428. DOI: 10.21597/jist.1229416
- Awais, M., Ashraf, M., Yousaf, M., and Aslam, B. (2022). Assessment of growth, immune function, and carcass features in broilers with graded black pepper supplementation. *Journal of Animal Republic*, 1(1): 6-16. DOI: 10.33804/pp.007.02.4588
- Baqer, H., Gatea, S., Altaire, S., and ALjanabi, T. (2023). Growth performance of broiler chickens of turmeric (*Curcuma longa*) turmeric aqueous extract. *Bionatura*, 8(4): 79. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.04.79>
- Basiouni, S., Tellez-Isaias, G., Latorre, J. D., Graham, B. D., Petrone-Garcia, V. M., El-Seedi, H. R., Yalcin, S., Abd El-Wahab, A., Visscher, C., May-Simera, H. L., Huber, C., Eisenreich, W., and Shehata, A. A. (2023). Anti-inflammatory and antioxidative phytogetic substances against secret killers in poultry: Current status and prospects. *Veterinary Sciences*, 10, 55. <https://doi.org/10.3390/vetsci10010055>
- Bondar, A., Slencu, B. G., Popovioi, I., and Solcan, C. (2023). Effect of turmeric (*Curcuma longa*) on duodenal structure in broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 1738: 001-008. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2022-1738>
- Cetin, E., Anar, B., Ternelli, S., Cengiz, S. S., and Eren, M. (2023). Effect of dietary oregano and rosemary essential oil supplementation on growth performance and cecal microbiota of broilers. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 73(4): 4965-4972. <https://doi.org/10.12681/jhvms.28626>
- Cobb (2022). CobbTM Pollo de Engorde: Suplemento Informativo Sobre Rendimiento y Nutrición (2022). www.cob.vantress.com L-054-01-22 ES
- Dozo, V., Savino, N., Vidyarthi, V. K., Zuyie, R., Nizamuddin, Rutsa, M. C., and Singh, R. (2023). Performance of broilers chicken on diet supplemented with black pepper (*Piper nigrum*) powder on hematological and biochemical parameters. *Journal of Advanced Zoology*, 44(04): 1040-1046. <https://doi.org/10.17762/jaz.v44i4.2478>
- Effiong, O. O., Udoekong, E. C., and Ochagu, S. I. (2023). Effect of dietary supplementation of black pepper (*Piper nigrum*) leaf and seed meals on growth performance and blood characteristics of the finisher broiler chickens. *Nigerian J. Anim. Sci.*, 25(1): 107-116. [njas.org.ng/index.php/php/article/view/1153/1014]
- Fascina, V. B., Sartori, J. R., Gonzalez, E., Carvalho, F., Souza, I., Polycarpo, G., Stradiotti, A. C., and Pelicia, V. C. (2012). Phytogetic additives and organic acids in broiler chicken diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(10): 2189-2197. DOI: 10.1590/515516-35982012001000008
- Febrianta, H., Yunianto, V. D., Nurwantoro, N., and Bintoro, V. P. (2022). Dietary addition of microencapsulated turmeric in an amorphous matrix of maltodextrin on quality characteristics of broiler chicken. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 9(2): 221-229. <http://doi.org/10.5455/javar.2022.i587>

- Frobish, L. T., Hays, V. W., Speer, V. C., & Ewan, R. C. (1969). Effect diet form and emulsifying agents on fat utilization by young pigs. *Journal of Animal Science*, 29(2): 320-324. Doi: 10.2527/jas1969.292320x
- Guil-Guerrero, J. L., Ramos, L., Zíñiga Paredes, J. C., Carlosama-Yépez, M., Moreno, C., and Ruales, P. (2017). Effects of turmeric rhizome powder and curcumin on poultry production: A review. *Journal of Animal and Feeds Sciences*, 26: 293-302. <https://doi.org/10.22358/jafs/78511/2017>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile.
- Hristakieva, P., Oblakova, M., Ivanova, I., Mincheva, N., Penchev, I., Ivanov, N., and Lalev, M. (2023). Growth performance, carcass characteristics and meat quality of broilers fed diets supplemented with some dry herbs. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 29(1): 102-109. <https://www.researchgate.net/publication/369094139>
- Jahja, E. J., Yuliana, R., Simanjuntak, W. T., Fitriya, N., Rahmanwati, A., and Yulinah, E. (2023). Potency of *Origanum vulgare* and *Andrographis paniculate* extracts on growth performance in poultry. *Veterinary and Animal Science*, 19, 100274. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2022.100274>
- Javed, M. N., Iqbal, R., Hussain, M., Malik, M. F., and Razaq, A. (2023). Effect of phytobiotic supplementation on growth performance, blood profile and immunity of broiler chicks. *Pure and Applied Biology*, 12(1):170-180. <https://dx.doi.org/10.19045/bspab.2023.120018>
- Ji, Y., Liu, X., Lv, H., Guo, Y., and Nie, W. (2024). Effects of *Lonicera flos* and turmeric extracts on growth performance and intestinal health of yellow-feathered broilers. *Poultry Science*, 103: 103488. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103488>
- Julca B., I. S. (2024). Orégano (*Oryganum vulgare*) en proporción superior a 0.1% en la dieta de pollos de carne sin antibiótico promotor del crecimiento. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/12710>
- Khulel, R. M. (2023). Use of turmeric (*Curcuma longa*) in poultry nutrition: A review. *Journal of Agricultural and Marine Sciences*, 28(2): 01-06. DOI: 10.53541/jams.vol28iss2pp01-06
- Kichu, M., Nizamuddin, Zuyie, R., Rutsa, M. C., Sayino, N., and Sing, R. (2023). Influence of turmeric based diet on the performance of broiler chicken. *Asian Journal of Animal Sciences*, 17(1): 21-30. DOI: 10.3923/ajas.2023.21.30
- Kinati, C., Ameha, N., Girma, M., and Nurfeta, A. (2022). Effective microorganisms, turmeric (*Curcuma longa*), and their combination on performance and economic benefits in broilers. *Heliyon*, 8, e09568. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09568>
- Ko, H., Wang, J., Chiu, J. W.-C., and Kim, W. K. (2023). Effects of metabolizable energy and emulsifier supplementation on growth performance, nutrient digestibility, body composition, and carcass yield in broilers. *Poultry Science*, 102:102509. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102509>
- Li, S., Yuan, W., Deng, G., Wang, P., Yang, P., and Aggarwal, B. B. (2011). Chemical composition and product quality control of turmeric (*Curcuma longa*). *Pharmaceutical Crops*, 2: 28-54. DOI: 10.2174/2210290601102010028
- Li, L., Chen, X., Zhang, K., Tian, G., Ding, X., Bai, S., and Zeng, Q. (2023). Effects of thymol and carvacrol eutectic on growth performance, serum biochemical

- parameters, and intestinal health in broiler chickens. *Animals*, 13, 2242. <https://doi.org/10.3390/ani13132242>
- Maletta, H. (2015). *Hacer Ciencia. Teoría y práctica de la producción científica*. Universidad del Pacífico: Lima, Perú. 700 PP. ISBN: 978-9972-57-339-2
- McDowell, L. R., Conrad, J., Thomas, J. & Harris, L. E. (1974). *Latin American Tables of Feed Composition*. University of Florida. Gainesville, Florida, USA.
- Meligy, A. M. A., El-Hamid, M. I. A., Yonis, A. E., Elhaddad, G. Y., Abdel-Raheem, S. M., El-Ghareeb, W. R., Mohamed, M. H. A., Ismail, H., and Ibrahim, D. (2023). Liposomal encapsulated oregano, cinnamon, and clove oils enhanced the performance, bacterial metabolites antioxidant potential, and intestinal microbiota of broiler chickens. *Poultry Science*, 102: 102683. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102683>
- Mirzaei, H., Shakeri, A., Rashidi, B., Jalili, a., Banikazemi, Z., and Sahebkar, A. (2017). Phytosomal curcumin: A review of pharmacokinetic, experimental and clinical studies. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 85: 102-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopha.2016.11.098>
- Muñoz R., C. (2011). *Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*. 2^{da} ed. Pearson Educación: México. ISBN: 978-607-32-0456-9
- Noy, Y. and Sklan, D. (1995). Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science*, 74(2): 366-373. <https://doi.org/10.3382/ps.0740366>
- Ogbuwu, I. P. and Mbayiorgu, C. A. (2022). A meta-analysis of dietary turmeric (*Curcuma longa* L.) supplementation on the enhancement of broiler chicken productivity. *Applied Ecology and Environmental Research*, 20(2): 1837-1851. http://dx.doi.org/10.15666/acer/2002_18371851
- Ogbuwu, I. P. and Mbayiorgu, C. A. (2023). Black pepper (*Piper nigrum* Lam) as a natural feed additive and source of beneficial nutrients and phytochemicals in chicken nutrition. *Open Agriculture*, 8: 20220204. <https://doi.org/10.1515/opag-2022-0204>
- Oketch, E. O., Lee, J. W., Yu, M., Hong, J. S., Kim, Y. B., Nawarathne, S. R., Chiu, J. W. – C., and Heo, J.M. (2022). Physiological responses of broiler chickens fed reduced-energy diets supplemented with emulsifiers. *Animal Bioscience*, 35, 12:1929-1939. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0142>
- Oketch, E. O., Wickramasuriya, S. S., Oh, S., Choi, J. S., and Heo, J. M. (2023). Physiology of lipid digestion and absorption in poultry: An updated review on the supplementation of exogenous emulsifiers in broiler diets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 107:1429–1443. DOI: 10.1111/jpn.13859.
- Ostle, B. (1979). *Estadística Aplicada. Técnicas de la Estadística Moderna, Cuándo y Dónde Aplicarlas*. Limusa. México: D.F. 629 pp. ISBN: 968-18-0734-0
- Pirgozliev, V. R., Mansbridge, S. C., Whiting, I. M., Klyak, K., Jozwik, A., Rollinger, J. M., Atanasov, A. G., and Rose, S. P. (2023). Feeding black pepper (*Piper nigrum*) or exogenous xylanase improves the blood lipid profile of broiler chickens fed wheat-based diets. *Veterinary Sciences*, 10, 587. <https://doi.org/10.3390/vetsci10090587>
- Polin, D. (1980). Increased absorption of tallow with lecithin. *Poultry Science*, 59:1652. (Abstr.) DOI:[10.1017/S0043933917000502](https://doi.org/10.1017/S0043933917000502)
- Rasinar, A., Ionita, G. A., Stef, L., Kovatcho, F. D., and Simiz, E. (2023). The effect of using phyto-additives in the nutrition of broilers (garlic, pepper, turmeric and coriander) on nutritional and bioproductive indices. *Scientific papers: Animal Science and Biotechnologies*, 56(1): 188-193. [spasb.ro/index.php/public_html/article/view/35/32]

- Salama, A. M., Belih, S. S., and Khedr, N. E. (2023). Influence of dietary oregano plant extract supplementation on growth performance and economic efficiency of broiler chicks. *Benha Veterinary Medical Journal*, 44: 15-19. Doi: [10.21608/BVMJ.2023.210639.1661](https://doi.org/10.21608/BVMJ.2023.210639.1661)
- Samantaray, L. and Nayak, Y. (2022). Influence of phytobiotic essential oils on growth performance and hematological parameters of broiler chickens. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 10(6): 1289-1295. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.6.1289.1295>
- Sánchez, C. (2023). Diferentes proporciones de *Curcuma longa* L. y *Piper nigrum* L. en la dieta y comportamiento productivo de pollos de carne. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/11701>
- Scheffler, C. (1982). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Shawky, S., Fathalla, S., Orabi, S., El-Mosalhi, H., and Abu-Alya, I. (2022). Turmeric powder supplementation in broiler diet improves growth performance and immunity via increasing mRNA expression of growth hormone, insulin like growth factor-1, interferon gamma and interleukin 12. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs>
- Shoba, G., Joy, D., Joseph, T., Majeed, M., Rajendran, R., and Srinivas, P. S. S. R. (1998) Influence of piperine on the pharmacokinetics of curcumin in animals and human volunteers. *Planta Medica* 64: 353-356. DOI: [10.1055/s-2006-957450](https://doi.org/10.1055/s-2006-957450)
- Siyag, S. S., Prakash, Duria, R. K., and Nehra, R. (2024). Effect of black pepper and coriander seed powder addition on a average daily weight gain of broilers. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, 9(1): 1038-1041. [Veterinarypaper.com/pdf/2024/vol9issued1/PartN/9-1-157.pdf]
- Souad, A. F., Zakaria, H. A., and Tabbaa, M. J. (2023). Effect of different levels of *Origanum majorana* leaves powder on performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 19(2): 167-179. <https://doi.org/10.35516/jjas.v/9i2.141>
- Sugiharto, S. and Yudiarti, T. (2022). The effect of using acidified turmeric on some productive parameters and intestinal bacterial counts in broilers at high stocking density pens. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 9(1): 87-94. <http://doi.org/10.5455/javar.2022.i572>
- Sunmola, T. A., Tuleun, C. D., Orayaga, K. T., and Ahemen, T. (2022). Dietary potency of sun-dried turmeric powder on growth performance, nutrient digestibility and cost analysis of starter broiler chicks. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 7(3): 92-97. <https://doi.org/10.31248/JASVM2022.322>
- Tingare, G. B., Shinde, A. T., Bhalerao, S. B., and Tampure, M. U. (2023). Effect of turmeric powder (*Curcuma longa*) as natural feed additive on growth performance of broilers. *The Pharma Innovation Journal*, 12(2): 3018-3021- [thepharmajournal.com/archivos/2023/vol12issue2/PartAK/12-2-460-249.pdf]
- Vidarte, F. A. (2021). Rendimiento y estructura del epitelio intestinal y mermas en la carcasa de pollos de carne que reciben *Curcuma longa* L. y *Piper nigrum* L. en la dieta. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10197>
- Zaazaa, A., Mudalal, S., Alzuheir, I., Samara, M., Jalboush, N., Fayyad, A., and Petracci, M. (2022). The impact of thyme and oregano essential oil dietary supplementation

- on broiler health, growth performance, and prevalence of growth-related breast muscle abnormalities. *Animals*, 12, 3065. <https://doi.org/10.3390/ani12213065>
- Zhang, F., Yang, J., Li, Y., Zhan, Q., Li, Y., and Yang, X. (2022). Dietary oregano aqueous extract improves intestinal health of broilers through modulating gut microbial populations. *Research Square*. <https://doi/10.21203/rs.3.rs-1802410/v1>
- Zhang, L., Wang, X., Huang, S., Huang, Y., Shi, H., and Bai, X. (2023). Effects of dietary essential oil supplementation on growth performance, carcass yield, meat quality, and intestinal tight junctions of broilers with or without *Eimeria* challenge. *Poultry Science*, 102: 102874. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102874>

ANEXOS

Anexo 1.

Prueba de varianzas homogéneas con los cambios de peso en el Inicio

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	25	44.7442	61.0918	93.7884
2	24	42.4049	58.2332	90.3888
3	25	43.9664	60.0299	92.1581
4	23	40.3591	55.7645	87.5880

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 0.21, valor p = 0.976

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.37, valor p = 0.774

Anexo 2.

Análisis de la varianza con los cambios de peso en el Inicio

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	49840	16613	4.79	0.004
Error	93	322467	3467		
Total	96	372307			

S = 58.88 R-cuad. = 13.39% R-cuad.(ajustado) = 10.59%

Anexo 3.

Prueba de varianzas homogéneas con los cambios de peso en el Crecimiento

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	25	111.477	152.206	233.668
2	24	108.235	148.636	230.711
3	25	164.083	224.031	343.934
4	23	113.348	156.614	245.990

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 5.82, valor p = 0.121

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 1.11, valor p = 0.347

Anexo 4.***Análisis de la varianza con los cambios de peso en el Crecimiento***

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	1739610	579870	19.20	0.0001
Error	93	2808308	30197		
Total	96	4547918			

S = 173.8 R-cuad. = 38.25% R-cuad.(ajustado) = 36.26%

Anexo 5.***Prueba de varianzas homogéneas con los cambios de peso Acumulados***

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	25	132.795	181.312	278.352
2	24	142.739	196.019	304.258
3	25	184.314	251.654	386.340
4	23	143.280	197.971	310.948

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 3.02, valor p = 0.389

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.57, valor p = 0.636

Anexo 6.***Análisis de la varianza con los cambios de peso Acumulados***

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Tratamiento	3	2212833	737611	16.92	0.0001
Error	93	4054862	43601		
Total	96	6267696			

S = 208.8 R-cuad. = 35.31% R-cuad.(ajustado) = 33.22%